v. Schuberts Naturgeschichte. Dritte Abteilung.



Naturgeschichte des Mineralreichs.

Naturgeschichte

des

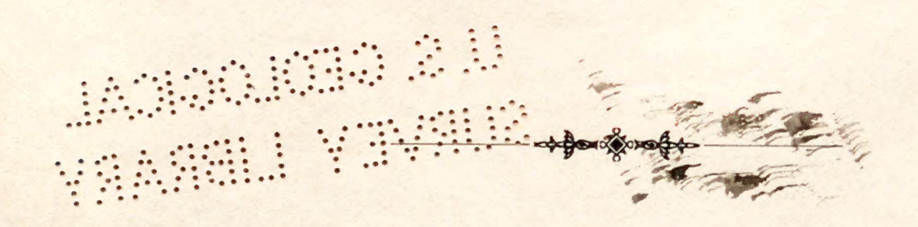
Tier-, Pflanzen- und Mineralreichs

in kolorierten Bildern nebst erläuterndem Text

für Schule und Haus.

Dritte Abteilung:

Naturgeschichte des Mineralreichs.



Eßlingen bei Stuttgart.
Verlag von J. F. Schreiber.

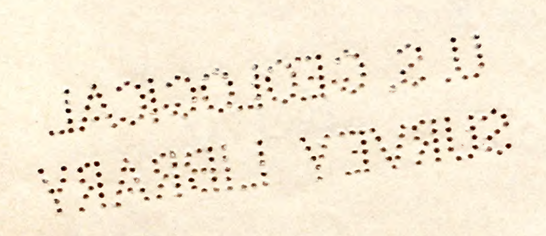
Naturgeschichte
des
Mineralreichs
für Schule und Haus.

Erster Teil:
Mineralogie.
24 Tafeln mit 490 kolorierten Abbildungen nebst erklärendem Text
von
Dr. A. Kenngott,
Professor der Mineralogie am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich.

Vierte verbesserte Auflage.

Zweiter Teil:
Geologie und Paläontologie.
18 Tafeln mit 193 kolorierten Abbildungen und 6 geologischen Landschaftsbildern
nebst erläuterndem Text
von
Dr. Fr. Rolle.

Eßlingen bei Stuttgart.
Verlag von J. F. Schreiber.



Druck von J. F. Schreiber in Eßlingen.

Vorrede zum ersten Teil.

Bei der freundlichen Aufnahme und vielseitigen Anerkennung, deren sich dieses Buch „Das Mineralreich in Bildern“ seit der ersten Auflage zu erfreuen hatte, erschien es von selbst angezeigt, bei dieser neuen Auflage im Wesen und in der Anlage nichts zu verändern. Es wurden daher im Text wesentliche Veränderungen nur da nötig, wo dies die Fortschritte in der Wissenschaft erforderten, die Figurentafeln jedoch wurden einer neuen, sorgfältigen Bearbeitung unterworfen. In dieser Beziehung haben die der Verlags-Anstalt zu Gebote stehenden Mittel und Erfahrungen es möglich gemacht, die Koloratur vielfach zu verbessern und naturgetreuer zu machen, wodurch, wie zu hoffen erlaubt ist, der Zweck der illustrierten Naturgeschichte, beziehungsweise dieses Teiles umfassender erfüllt wird.

Es erschien auch dem Herrn Verleger nützlich, die Geologie und Paläontologie in entsprechender Weise beizufügen, weil in der That Mineralogie, Geologie und Paläontologie einerseits in enger Beziehung stehen, anderseits die Paläontologie sich der Zoologie und der Botanik anreiht. Diese sachgemäße Erweiterung ist als ein wesentlicher Fortschritt in der Erstellung einer illustrierten Naturgeschichte zu bezeichnen, welchen jeder Naturfreund bestens anerkennen wird, um so mehr, als der Herr Verleger für vortreffliche Ausstattung Sorge trug.

Zürich.

A. Kenngott.

Vorrede zum zweiten Teil.

Die populäre Geologie und Paläontologie, die hier unter meinem Namen in die Oeffentlichkeit tritt, gründet sich auf eine von Herrn Dr. Eckardt in Wien auf Veranlassung des Verlegers Herrn J. F. Schreiber getroffene Zusammenstellung von geologischen und paläontologischen Tafeln, zu welchen ich ebenfalls auf Wunsch des Verlegers den Text bearbeitete.

An den von Herrn Dr. Eckardt zusammengestellten Tafeln wurde nur wenig geändert. Namentlich wurden die aus Ferd. v. Hochstetters (bei demselben Verleger) trefflicher Arbeit „Geologische Bilder der Vorwelt“

herübergenommenen Blätter fast unverändert gelassen und nur nach dem heutigen Stande des Farbendruckes denselben ein frischeres Kolorit verliehen.

Das große Interesse, welches die jugendliche, aber rasch fortschreitende Geologie und Paläontologie mit ihrem reichen, bis in die älteste Geschichte unseres Planeten zurückblickenden Inhalt bei dem empfänglichen Publikum erregt, läßt mich keinen Augenblick zweifeln, daß der hier gemachte Versuch, das Verständnis dieser Wissenschaften auch durch bildliche Darstellungen zu erleichtern, ein gerechtfertigter ist.

Möge das auf oben erwähnte Materialien gebaute, populär-geologische Werk bei der deutschen Leserwelt einer ebenso freundlichen Aufnahme sich erfreuen, wie sie das ihm schon in vierter Auflage vorausgegangene mineralogische Werk von Herrn Prof. Dr. A. Kenngott in Zürich fand.

Homburg v. d. H.

Dr. Friedrich Rolle.

Inhalts-Uebersicht.

Erster Teil:

Mineralogie.

Zweiter Teil:

Geologie.

Paläontologie.



Erster Teil:

Mineralogie.

Mineralogie.

Einleitung.

Die **Mineralogie** als die Naturgeschichte des Mineralreichs umfaßt alle natürlichen unorganischen Körper, welche unsere Erde zusammensetzen und **Minerale** genannt werden. Da jedoch diese Minerale nicht allein als einzelne, ihrer Art nach verschiedene, unterschieden werden, sondern auch entweder als einzelne oder im Gemenge mit einander größere zusammenhängende gleichartige Massen bilden, welche als **Gesteine** die Erde zusammensetzen, so unterscheidet man die Mineralogie als solche im weiteren und im engeren Sinne. Die letztere, auch bisweilen **Oryktognosie** genannt, beschäftigt sich nur mit den einzelnen Mineralen, die sehr verschiedene Arten oder Spezies bilden, während die Mineralogie im weiteren Sinne auch noch die Geologie und Paläontologie umfaßt, welche Disziplinen im zweiten Teile dieses Werkes behandelt werden und wieder besondere Abteilungen bilden, wie in der Einleitung zu jenem auseinander gesetzt ist.

Die Minerale als die natürlichen unorganischen Zusammensetzungsteile unserer Erde oder der Erdrinde (weil wir nur von dieser Kenntnis haben, die größte Tiefe, bis zu welcher man vermittelst des Bergbaues, der Bohrlöcher und artesischen Brunnen eindringen konnte, nur nahezu 1300 Meter beträgt) sind bis auf wenige Ausnahmen starre oder feste Körper. Dieselben sind durch eigentümliche, teils regelmäßige, teils unregelmäßige Gestaltungen, durch ihr Aussehen, das heißt durch ihre Farbe, ihren Glanz und ihre Durchsichtigkeits-Verhältnisse und andere physikalische Eigenschaften, wie Härte und Eigenschwere (spezifisches Gewicht) und durch ihre chemische Beschaffenheit ausgezeichnet und dadurch unterscheidbar. Sie sind unbelebt, durch die Thätigkeit chemischer und physikalischer Kräfte entstanden und zeigen keine Spur von organischem Baue. Sie sind im Gegensatz zu den Tieren und Pflanzen an keine klimatischen Verhältnisse gebunden und zeigen, obwohl sie zum Teil unter besonderen Umständen verwittern oder zersetzt werden, im Vergleiche mit den organisierten Körpern unserer Erde eine gewisse Beständigkeit und Dauer, daher der Mensch, wo er etwas Dauerhaftes schaffen will, sei es in der Kunst oder Industrie, sich hierzu in der Regel der Minerale und der Mineralstoffe bedient.

Sie bilden sehr zahlreiche und verschiedene Arten und bevor solche beschrieben werden, ist es zweckmäßig, einiges über die allgemeinen Verhältnisse derselben, die Eigenschaften voranzuschicken, welche als gestaltliche (morphologische), physikalische und chemische unterschieden werden.

Gestalten der Minerale.

Betrachten wir zuerst die Gestaltsverhältnisse, so treten uns bei den einzelnen Mineralen entweder regelmäßig gestaltete, vielflächige Körper, **Krystalle** oder regellos gebildete entgegen. Die Krystalle als natürliche unorganische Individuen, welche als solche den natürlichen organischen Individuen, den Tieren und Pflanzen zur Seite zu stellen sind, werden von ebenen Flächen, Kanten und Ecken begrenzt, welche nach Form, Zahl, Lage und Ausdehnung meist den Gesetzen der Symmetrie entsprechen. Die Gestalten der Krystalle, durch welche diese bei vollkommener Ausbildung ringsum räumlich begrenzt sind, bilden geometrische Polyeder, deren Begrenzungselemente die Flächen, Kanten und Ecken sind.

Die **Krystallflächen** sind in der Regel eben und werden ihrer Form nach wie in der Planimetrie unterschieden, so als:

1. Dreiseite oder **Trigone**, diese als **gleichseitige** oder reguläre (Taf. I. Fig. 1), als **gleichschenklige** mit 2 gleichen Seiten (Fig. 2), als **ungleichseitige** mit 3 verschiedenen Seiten (Fig. 3).

2. Vierseite oder **Tetragone**, diese als **Quadrate** oder gleichseitige rechtwinklige Parallelogramme (Fig. 4), **Rhomben** oder **Rauten**, gleichseitige schiefwinklige Parallelogramme (Fig. 5), **Oblonge** oder **Rechtecke**, ungleichseitige rechtwinklige Parallelogramme (Fig. 6), **Rhomboide**, ungleichseitige schiefwinklige Parallelogramme (Fig. 7), **Deltoide**, Vierseite mit zweierlei Seiten, welche paarweise einander gegenüberliegen (Fig. 8) und als **Trapeze** alle anderen.

3. Fünfseite oder **Pentagone**, von denen an Krystallen keine regelmäßig sind, nur gewisse (Fig. 9) symmetrische genannt werden. Bei diesen sind vier Seiten gleichlang und verschieden von der fünften und die Winkel dreierlei, wie die Buchstaben zeigen.

4. Sechsseite oder **Hexagone**, dieselben als **reguläre** (Fig. 10), wenn sie gleiche Seiten und gleiche Winkel haben, als **symmetrische**, wenn sie gleiche Seiten und abwechselnd gleiche Winkel (Fig. 11) oder gleiche Winkel und abwechselnd gleiche Seiten haben (Fig. 12) und als **unregelmäßige**.

5. Achtseite oder **Oktogone** (Fig. 13) und andere vielseitige Flächen.

Bei den **Kanten**, welche durch zwei sich schneidende Flächen gebildet werden, beachtet man die Länge der Durchschnittslinie, der **Kantenlinie** und den Neigungswinkel der zwei sich schneidenden Flächen, den **Kantenwinkel**, nennt **gleichlange Kanten** solche, deren Kantenlinien gleichlang sind, **gleichwinklige Kanten** solche, deren Kantenwinkel gleich groß sind und **gleiche Kanten** solche, welche gleichlang und gleichwinklig sind. An manchen Krystallgestalten unterscheidet man nach der Lage **Endkanten** und **Seitenkanten** (Fig. 14 und 15), wo die mit e bezeichneten Kanten die Endkanten und die mit s bezeichneten die Seitenkanten sind.

Bei den **Ecken**, welche durch 3 und mehr in einem Punkte zusammentreffende Flächen- und Kantenlinien gebildet werden, zählt man die Flächen oder Kanten und nennt darnach die Ecken **drei-, vier-, fünf-, sechs-** u. s. w. **flächige** oder **kantige Ecken**. (Fig. 15 und 16 zeigen dreikantige, Fig. 14 und 17 zeigen vierkantige Ecken.) Auch unterscheidet man an manchen Krystallgestalten ähnlich wie bei den Kanten **Endecken** und **Seitenecken** (Fig. 14 und 15), wo die mit E bezeichneten Ecken die Endecken und die mit S bezeichneten Ecken die Seitenecken sind.

Die **Krystalle**, deren Flächen, Kanten und Ecken in der angegebenen Weise beschrieben werden, unterscheiden sich untereinander darnach, daß entweder die genannten Flächen einer Gestalt gleiche sind oder daß zweierlei, dreierlei, viererlei u. s. w. Flächen an einem Krystalle die räumliche Begrenzung bilden. Sind die Flächen gleiche,

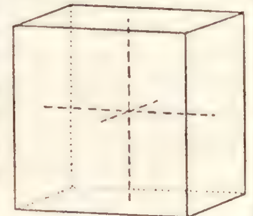
so nennt man die Gestalt der Krystalle eine **einfache** (Fig. 14—17), im andern Falle eine **kombinierte** oder eine **Kombination** (Taf. II. Fig. 7—10). Jede einfache Gestalt erhält einen eigenen Namen und bei den Kombinationen giebt man an, welche einfachen Gestalten mit einander kombiniert sind und welche einfache Gestalt in der Kombination vorherrscht, desgleichen in welcher Weise die vorherrschende Gestalt durch die Kombination mit anderen verändert wird.

So wird z. B. die in Fig. 14 Taf. I. gezeichnete einfache Krystallgestalt eine quadratische Pyramide, Fig. 15 Rhomboeder, Fig. 16 Hexaeder, Fig. 17 Oktaeder genannt, nur ist in Betreff der Namen zu bemerken, daß die meisten einfachen Krystallgestalten verschiedene Namen führen, wie z. B. das in Fig. 16 dargestellte Hexaeder auch Würfel oder Kubus genannt wird.

In Fig. 7 Taf. II. ist eine Kombination des Hexaeders und des Oktaeders dargestellt, in welcher das Hexaeder vorherrscht und die Ecken des Hexaeders durch die Flächen des Oktaeders gerade abgestumpft werden. Umgekehrt verhält sich die in Fig. 18 Taf. I. dargestellte Kombination derselben beiden Gestalten, in welcher das Oktaeder vorherrscht und die Ecken desselben durch die Hexaederflächen gerade abgestumpft werden.

In Fig. 10 Taf. II. ist eine Kombination des Hexaeders und des Leucitoeders (Fig. 19 Taf. I.) gezeichnet, in welcher das Hexaeder vorherrscht und anstatt jeder Hexaederecke je 3 Flächen des Leucitoeders vorhanden sind, die Leucitoederflächen die Ecken des Hexaeders dreiflächig zuspitzen, eine dreiflächige Zuspitzung bilden.

Achsen heißen in den Krystallen und Krystallgestalten gewisse gerade Linien, welche man in Gedanken durch den Mittelpunkt der Krystalle oder Krystallgestalten zieht und um welche die Flächen, Kanten und Ecken in bestimmter Weise gruppiert sind, während sie selbst gleiche Begrenzungselemente in gleicher Weise verbinden. Denkt man sich z. B. in dem Hexaeder (Würfel), welcher von 6 gleichen Quadraten umschlossen ist, 12 gleiche rechtwinklige Kanten und 8 gleiche dreikantige Ecken hat, die Mittelpunkte von je 2 parallelen Quadraten durch gerade Linien verbunden, wie die beistehende Figur zeigt, so schneiden sich diese Linien im Mittelpunkte des Hexaeders rechtwinklig und werden durch diesen halbiert. Diese drei gleichlangen, sich im Mittelpunkte der Krystallgestalt unter rechtem Winkel halbierenden Linien werden als die Achsen der Gestalt ausgewählt.



Bei der großen Mehrzahl der Krystalle werden 3 Achsen angenommen, bei den anderen 4 und von der Länge und gegenseitigen Lage solcher als Achsen ausgewählten Linien hängt die weitere Einteilung der Krystallgestalten ab, wodurch dieselben in einzelne Gruppen verteilt werden, welche **Krystallisationssysteme** oder kürzer **Krystallsysteme** heißen. Solche Gruppen, welche nach der Uebereinstimmung in den Achsen die sogenannten Krystallsysteme bilden, erhalten als solche bestimmte Namen, doch giebt es für diese Gestaltengruppen nicht übereinstimmende, überall gebrauchte Namen, sondern man findet für dieselben Gruppen mehrere im Gebrauch, gerade wie bei den einfachen Krystallgestalten.

Die Namen der einfachen Krystallgestalten drücken entweder die Zahl der Flächen aus, wie die Namen Hexaeder oder Sechsflächner (Fig. 16 Taf. I.), Oktaeder oder Achtflächner (Fig. 17 Taf. I.), oder die Gruppierung der Flächen, wie die Namen Pyramidenoktaeder oder Triakisoktaeder (Fig. 2 Taf. III.), Pyramidenwürfel oder Tetrakishexaeder (Fig. 20 Taf. I.) oder die Gestalt der Flächen, wie die Namen Rhomboeder (Fig. 15 Taf. I.), Skalenoeder (Fig. 11 Taf. IX.), Trapezoeder (Fig. 21 Taf. I.), oder die Zahl und Gestalt der Flächen, wie die Namen Rhombendodekaeder (Fig. 22 Taf. I.), Deltoidikositetraeder (Fig. 19 Taf. I.), Pentagondodekaeder (Fig. 23 Taf. I.), oder die allgemeine mathematische Gestaltung, wie die Namen Pyramiden (Fig. 14, 27, 31 Taf. I.), Prismen (Fig. 24, 32 Taf. I.) oder andere Verhältnisse; einzelne wurden auch von den Namen gewisser Minerale gebildet, bei denen sie oft gesehen werden, wie die Namen Granatoeder vom Mineral Granat (Fig. 22 Taf. I.), Leucitoeder vom Mineral Leucit (Fig. 19 Taf. I.) und Pyritoeder vom Mineral Pyrit (Fig. 23 Taf. I.).

Die 6 durch die Achsen unterschiedenen Krystallsysteme sind folgende:

I. Das **reguläre System** (auch gleichachsiges, isometrisches, gleichgliedriges oder tesserales genannt), welches alle Krystallgestalten umfaßt, in denen 3 gleichlange sich rechtwinklig halbierende Achsen enthalten sind. Von den einfachen Gestalten desselben sind anzuführen:

1. Das Oktaeder (der Achtflächner) von 8 gleichseitigen Dreiseiten umschlossen, bei welchem die Scheitelpunkte der 6 gleichen vierkantigen Ecken die Endpunkte der Achsen sind (Fig. 17 Taf. I.).

2. Das Hexaeder (Sechsflächner, Würfel) von 6 Quadraten umschlossen, bei welchem die Mittelpunkte der Flächen die Endpunkte der Achsen sind (Fig. 16 Taf. I.).

3. Das Rhombendodekaeder (Rautenzwölfflächner, Granatoeder), von 12 gleichen Rhomben umschlossen, bei welchem die Scheitelpunkte der 6 gleichen vierkantigen Ecken die Endpunkte der Achsen sind (Fig. 22 Taf. I.).

4. Die Triakisoktaeder oder Pyramidenoktaeder (Fig. 2 Taf. III.), von 24 gleichschenkligen Dreiseiten umschlossen, von denen je 3 über den Flächen des eingeschriebenen Oktaeders eine dreiseitige Pyramide bilden.

5. Die Deltoidikositetraeder (Deltoidvierundzwanzigflächner), von 24 Deltoiden (Fig. 8 Taf. I.) umschlossen. Die am häufigsten vorkommende Gestalt dieser Art ist das sogenannte Leucitoeder (Fig. 19 Taf. I.).

6. Die Tetrakishexaeder oder Pyramidenwürfel (Fig. 20 Taf. I.) von 24 gleichschenkligen Dreiseiten umschlossen, welche zu je 4 über den Flächen des eingeschriebenen Hexaeders vierseitige Pyramiden bilden.

7. Die Tetrakontaoktaeder oder Achtundvierzigflächner, auch Hexakisoktaeder genannt (Fig. 25 Taf. I.), von 48 gleichen ungleichseitigen Dreiseiten umschlossen, welche nach den 8 Flächen des Oktaeders 8 sechszählige Flächengruppen bilden.

8. Das Tetraeder (Fig. 26 Taf. I.), welches durch 4 abwechselnde Flächen des Oktaeders gebildet wird und daher ein Halbflächner (Hemieder) des Oktaeders genannt wird. Je 4 abwechselnde Flächen des Oktaeders ergeben ein Tetraeder, weshalb aus dem Oktaeder 2 ganz gleichgestaltete Tetraeder (**a** und **b**) hervorgehen, die sich als Gegenhemieder durch die Stellung von einander unterscheiden.

9. Die Trigondodekaeder oder Pyramidentetraeder (Fig. 3 Taf. III.), umschlossen von 12 gleichschenkligen Dreiseiten, welche zu je 3 dreiseitige Pyramiden über den Flächen des eingeschriebenen Tetraeders bilden.

10. Die Dyakishexaeder oder Pentagondodekaeder (Fig. 23 Taf. I.), umschlossen von 12 gleichen symmetrischen Pentagonen (Fig. 9), welche 6 Paare nach den Flächen des Hexaeders bilden.

Von den Kombinationen regulärer Krystallgestalten sind schon angeführt worden die Kombination des Hexaeders mit dem Oktaeder (Fig. 7 Taf. II.), die Kombination des Oktaeders mit dem Hexaeder (Fig. 18 Taf. I.), die Kombination des Hexaeders mit dem Leucitoeder (Fig. 10 Taf. II.) und es giebt deren sehr mannigfaltige, wie beispielsweise die Kombination des Hexaeders mit dem Rhombendodekaeder (Fig. 8 Taf. II.), wobei die Flächen des letzteren (**D**) die Kanten des Hexaeders gerade abstumpfen, die Kombination des Hexaeders mit einem Dyakishexaeder (Fig. 9 Taf. II.).

II. Das quadratische System, auch das tetragonale, monodimetrische und viergliedrige genannt, in dessen Gestalten 3 sich rechtwinklig halbierende Achsen angenommen werden, von welchen eine länger oder kürzer ist als die beiden andern gleichlangen. Jene wird die Hauptachse genannt und senkrecht gestellt, die 2 anderen gleichlangen heißen die Nebenachsen. In dieses System gehören:

1. Die quadratischen Pyramiden, welche verglichen mit dem Oktaeder von 8 gleichschenkligen Dreiseiten umschlossen sind (Fig. 14 Taf. I.). Die Scheitelpunkte der Endecken (E) sind die Endpunkte der Hauptachse. Man unterscheidet spitze (Fig. 27) und stumpfe (Fig. 28) quadratische Pyramiden, je nachdem ihre Endecken spitzer oder stumpfer sind als die Ecken des Oktaeders.

2. Die quadratischen Prismen, gleichseitig vierseitige rechtwinklige Prismen, welche in Verbindung mit den quadratischen Basisflächen (Fig. 24 Taf. I.) oder mit quadratischen Pyramiden (Fig. 29) verbunden vorkommen, auch noch andere Kombinationen bilden. Krystalle, an denen die Basisflächen vorherrschen, werden Tafeln genannt. Fig. 30 Taf. I ist eine quadratische Tafel mit geraden Randflächen, die Kombination der vorherrschenden Basisflächen mit einem quadratischen Prisma.

III. Das rhombische System, auch orthorhombisches, trimetrisches und zwei- und zweigliedriges genannt, umfaßt alle Krystallgestalten, welche 3 rechtwinklig sich halbierende Achsen von verschiedener Länge feststellen lassen. Eine dieser 3 Achsen wird als Hauptachse ausgewählt und senkrecht gestellt, wodurch dann, wie bei den quadratischen Gestalten, die anderen beiden Nebenachsen heißen, dagegen nach ihrer verschiedenen Länge als längere und kürzere Nebenachse unterschieden werden, oder nach ihrer Lage als Querachse und Längsachse. Hierher gehören:

1. Die rhombischen Pyramiden (Fig. 31 Taf. I.), welche verglichen mit den quadratischen Pyramiden von 8 gleichen ungleichseitigen Dreiseiten umschlossen sind. Die Hauptachse hh endigt in den Scheitelpunkten der Endecken, die Nebenachsen endigen in den Scheitelpunkten der Seitenecken, die querliegende qq hier in den Scheitelpunkten der spitzeren Seitenecken, die längshin laufende ll in den Scheitelpunkten der stumpfen Seitenecken.

2. Die rhombischen Prismen, gleichseitig vierseitige schiefwinklige Prismen, deren Flächen und Kanten der Hauptachse parallel gehen. Fig. 32 Taf. I zeigt ein solches begrenzt durch die Basisflächen. Die Nebenachsen endigen in den Kantenlinien, die querliegende qq hier in denen der scharfen, die längslaufende ll in denen der stumpfen Kanten.

3. Die rhombischen Domen oder die horizontalen rhombischen Prismen, deren Flächen und Kantenlinien einer der beiden Nebenachsen parallel laufen. Fig. 33 Taf. I zeigt ein solches Doma in Verbindung mit einem Prisma und seine Flächen sind parallel der querliegenden Nebenachse, (der Querachse), weßhalb es Querdoma heißt. In Fig. 34 Taf. I dagegen ist mit demselben Prisma ein Längsdoma in Kombination, ein Doma, dessen Flächen der Längsachse, der längshin laufenden Nebenachse parallel laufen.

4. Die rhombischen Basisflächen, welche schon in Fig. 32 als Begrenzung des Prisma angegeben wurden, sind ein Flächenpaar, dessen Flächen parallel den Nebenachsen sind. Außer diesem giebt es noch ein Flächenpaar, dessen Flächen parallel der Haupt- und Querachse liegen, daher die Querflächen genannt werden, und ein drittes, dessen Flächen parallel der Haupt- und Längsachse liegen, deßhalb die Längsflächen heißen. In Fig. 35 ist eine Kombination dieser 3 Flächenpaare dargestellt, welche zusammen ein rechtwinkliges Parallelepipedon bilden. Dasselbe wurde auch oblonges Prisma genannt. Die Querflächen c bilden die breiten Seiten desselben, die Längsflächen b die schmalen und die Basisflächen a die Endflächen desselben.

IV. Das monokline System, welches auch klinorhombisches, zwei- und eingliedriges oder monosymmetrisches genannt wird, läßt in seinen Krystallgestalten drei verschieden lange Achsen annehmen, von denen sich zwei schiefwinklig halbieren, während die dritte diese beiden unter rechten Winkeln schneidet. Wird eine der beiden sich schiefwinklig schneidenden als Hauptachse gewählt und vertikal gestellt, so bildet die andere eine schiefliegende Nebenachse. Die dritte Achse, welche nun die Hauptachse und diese schiefliegende Nebenachse rechtwinklig schneidet, bildet dann eine horizontale Nebenachse, welche als Querachse querliegend aufgefaßt wird. Die schiefliegende Nebenachse wird zur Längsachse, indem sie längshin läuft. In dieses System gehören

1. die monoklinen Pyramiden (Fig. 11 Taf. 2) mit zweierlei Flächen, 4 gleichen größeren und 4 gleichen kleineren ungleichseitigen Dreiseiten, wonach jede Pyramide in 2 Hemipyramiden zerfällt, in eine negative von den 4 größeren Flächen gebildete und in eine positive von den 4 kleineren Flächen gebildete. Selten sind die vollständigen Pyramiden, sehr häufig die Hemipyramiden an Krystallen ausgebildet.

2. Die monoklinen Prismen, gleichseitig vierseitige schiefwinklige, also rhombische Prismen wie die des rhombischen Systems und nur durch die Verbindung mit anderen monoklinen Gestalten, wie z. B. den Hemipyramiden als monokline zu erkennen. Die Flächen und Kantenlinien sind der Hauptachse parallel. Fig. 12 Taf. II. zeigt ein solches Prisma in Verbindung mit den Basisflächen.

Den Domen des rhombischen Systems entsprechend giebt es auch hier Domen, die Querdomen, horizontale rhomboidisch prismatische Gestalten mit zweierlei Seiten (negativen und positiven Hemidomen) und die Längsdomen, schräge rhombisch prismatische Gestalten.

3. Die monoklinen Basis-, Quer- und Längsflächen, a, c und b in Fig. 13 Taf. II., welche eine Kombination dieser darstellt, sind wie im rhombischen Systeme 3 Flächenpaare, welche ihrer Lage nach zu unterscheiden sind. Die Basisflächen a sind parallel den beiden Nebenachsen, die Querflächen c sind parallel der Haupt- und Querachse, die Längsflächen b parallel der Haupt- und Längsachse.

V. Das trikline System, welches auch anorthisches, asymmetrisches oder ein- und eingliedriges genannt wird, läßt in seinen Gestalten 3 ungleichlange Achsen annehmen, welche sich unter dreierlei schiefen Winkeln schneiden. Eine derselben wird senkrecht gestellt und Hauptachse genannt, wonach dann die beiden anderen zwei schiefe Nebenachsen sind, von denen die eine länger als die andere ist, die eine quer vor dem Beobachter liegend als Querachse, die andere als längshin laufende, als Längsachse aufgefaßt wird. Hierher gehörige Gestalten sind:

1) Die triklinen Prismen (Fig. 14 Taf. II.), schiefwinklige vierseitige Prismen mit zweierlei Flächen, von denen je zwei parallele gleiche sind und die als 2 breite und 2 schmale unterschieden werden. Je 2 gleiche Flächen bilden dann ein Hemiprisma, die breiten in der Figur das rechte und die schmalen das linke. Begrenzt wird hier das Prisma durch die Basisflächen, welche den Nebenachsen parallele Ebenen sind.

Ähnlich den Prismen, deren Flächen und Kanten der Hauptachse parallel laufen, giebt es auch solche, deren Flächen und Kanten je einer Nebenachse parallel sind und Domen genannt werden. Sie haben auch zwei breite und zwei schmale Flächen, Hemidomen bildend.

2. Die triklinen Pyramiden, wie eine die beistehende Figur darstellt, von acht ungleich-

seitigen Dreiseiten viererlei Art umschlossen, bestehen demnach aus 4 verschiedenen Flächenpaaren, welche als Viertelpyramiden (Tetartopyramiden) von einander nach der Lage unterschieden werden und als solche an Krystallen vereinzelt vorkommen.

VI. Das hexagonale System, auch monotrimetrisches, sechsgliedriges und drei- und dreigliedriges genannt, ist durch vier Achsen ausgezeichnet. Drei der Achsen sind gleichlang und halbieren sich in einer Ebene liegend unter 60°, während die vierte Achse jene drei rechtwinklig schneidet und als Hauptachse gewählt und senkrecht gestellt wird. Somit sind dann die drei gleichen horizontale Nebenachsen. In dieses System gehören:

1. Die hexagonalen Pyramiden (Fig. **15** Taf. **II.**), welche von 12 gleichschenkligen Dreiseiten umschlossen sind. Die Endpunkte der Hauptachse sind die Scheitelpunkte der sechskantigen Ecken, der Endecken, während die 6 Seitenecken vierkantige sind.

2. Die hexagonalen Prismen, gleichseitig sechsseitige Prismen, deren Flächen und Kantenlinien parallel der Hauptachse sind und deren Kantenwinkel = 120° ist. Fig. **16 a** Taf. **II.** zeigt ein solches in Verbindung mit einer hexagonalen Pyramide, Fig. **16 b** ein solches in Verbindung mit den hexagonalen Basisflächen, welche oft an hexagonalen Krystallen vorkommen. Wenn sie vorherrschend ausgebildet sind, bilden sie wie die quadratischen Basisflächen tafelige Krystalle, hexagonale Tafeln.

3. Die Rhomboeder, von 6 gleichen Rhomben umschlossene schiefwinklige Parallelepipeda (Fig. **15** Taf. **I.**) mit 2 gleichen dreikantigen Endecken **E**, deren Scheitelpunkte die Endpunkte der Hauptachse sind. Verschieden davon sind die 6 dreikantigen Seitenecken **S**. Auch die 12 Kanten sind zweierlei Art, 6 gleiche sind die die Endecken bildenden Endkanten **e** und die anderen 6 sind die Seitenkanten **s**. Die Winkel der Endkanten sind die Ergänzungswinkel der Seitenkantenwinkel zu 180°; sind daher die Endkantenwinkel stumpfe, so sind die Seitenkantenwinkel scharfe; sind aber die Endkantenwinkel scharfe, so sind die Seitenkantenwinkel stumpfe. Man unterscheidet spitze und stumpfe Rhomboeder (Fig. **12** und **9** Taf. **IX.**), je nachdem die Endkantenwinkel kleiner oder größer als 90° sind. Die Rhomboeder sind Hälftengestalten der hexagonalen Pyramiden.

4. Die Skalenoeder (Fig. **11** Taf. **IX.**), welche häufig mit Rhomboedern vorkommen, sind von 12 ungleichseitigen Dreiseiten umschlossen, welche paarweise nach den Flächen eines Rhomboeders gruppiert sind.

Abweichungen der Krystalle

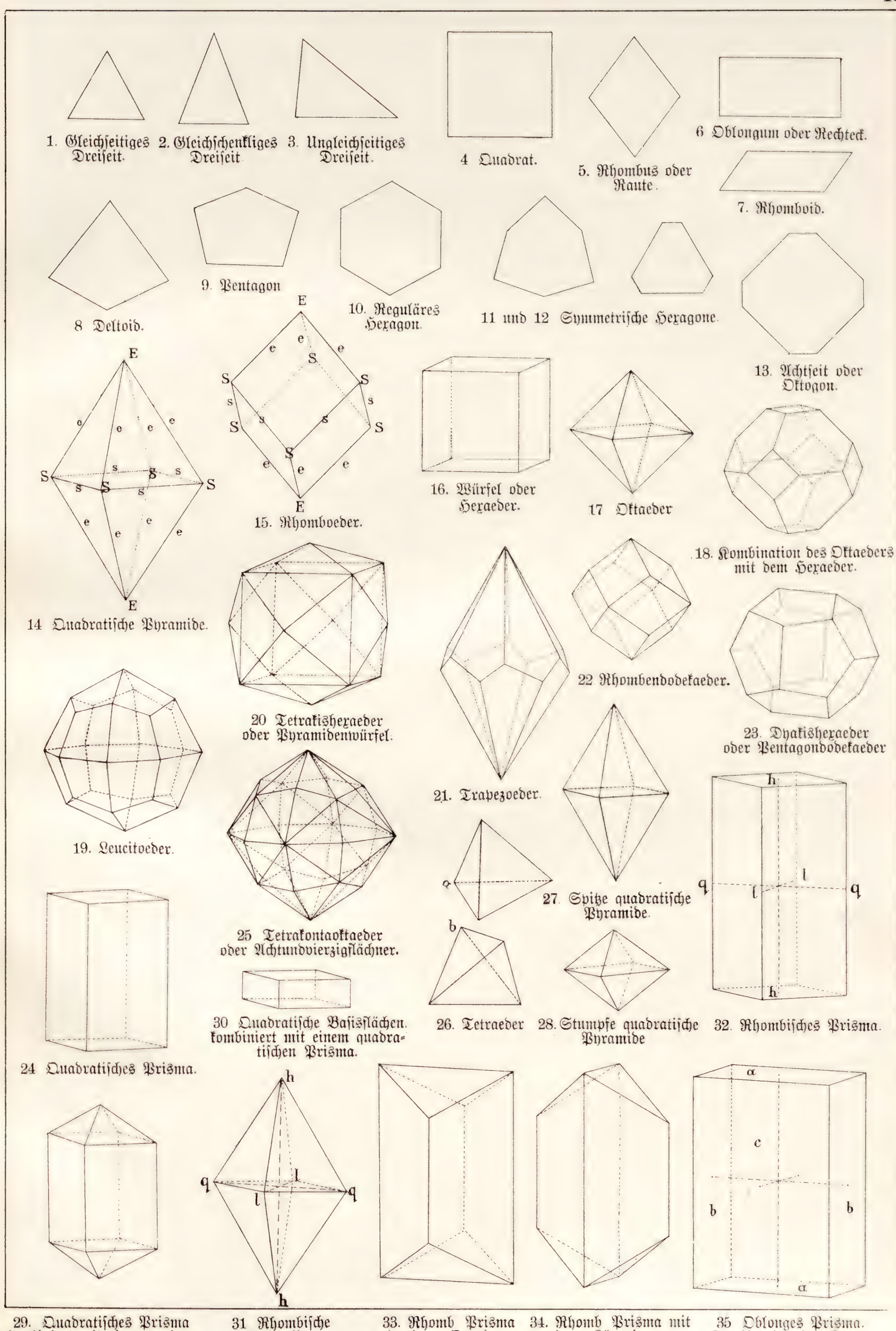
von der theoretischen Gestalt, wie solche in der Krystallographie, einer eigenen Hilfswissenschaft der Mineralogie festgestellt wird, kommen in allen Systemen vor, weil die Krystalle durch die umgebenden mineralischen Körper, welche zum Teil selbst Krystalle sind, in ihrer Ausbildung gehindert werden. Als unorganische natürliche Individuen zeigen sie in ihrer Gestalt, durch welche sie räumlich begrenzt sind, alle möglichen Abstufungen bis zur Unkenntlichkeit derselben. Man sieht daher, daß bald einzelne Flächen, bald gewisse Flächenpaare oder Flächengruppen sich auf Kosten der übrigen mehr oder weniger ausdehnen, wie dies besonders die in Drusenräumen aufgewachsenen Krystalle in verschiedenstem Maße zeigen (Fig. **6** und **7** Taf. **V.**, wo Quarzkrystalle dargestellt sind), außerdem auch eben so oft die einzelnen Krystalle, welche in Mineralmassen eingewachsen vorkommen. Da jedoch diese ungleichmäßige Ausdehnung eigentlich die allgemeine Erscheinungsweise ist, so wird bei der Beschreibung der Minerale kaum davon etwas erwähnt, sondern nur die Gestaltung so beschrieben, als wären alle Krystalle vollkommen ausgebildet; nur hin und wieder wird darauf Rücksicht genommen, wenn an einzelnen Fundorten die ungleichmäßige Ausdehnung sich vielfach in ähnlicher Weise wiederholt. Bisweilen kann dieselbe so weit vorschreiten, daß einzelne Flächen ganz verdrängt sind und die Bestimmung der Achsen unsicher wird.

Außerdem sind die Krystallflächen selbst nicht immer eben, sondern es finden sich auch gestreifte, rauhe und gekrümmte Flächen. Bei den gestreiften sieht man nach bestimmten Richtungen mehr oder weniger hervortretende parallele Linien, als wenn feine Einschnitte in den Flächen wären, wie man z. B. auf Glasplatten feine parallele Einschnitte machen kann. Es sind aber keine wirklichen Einschnitte, sondern es ist eine eigentümliche selbständige Bildung der Krystalle, welche bei den Flächen derselben Gestalt in gleicher Weise bemerkbar ist. So erscheinen z. B. (Fig. **2** Taf. **II.**) Hexaeder des Pyrit genannten Minerales parallel den Kanten gestreift und diese feinen scheinbaren Einschnitte können so fein sein, daß man sie erst bei schräger Stellung der Flächen gegen das Licht oder bei der Betrachtung unter der Lupe bemerkt oder sie können an Krystallen desselben Minerals bis zu tiefen Furchen ausgebildet sein. An Krystallen des Turmalin, welche (Fig. **5** Taf. **II.**) die Kombination eines hexagonalen Prisma mit einem stumpfen Rhomboeder bilden, erscheinen die Prismenflächen vertikal parallel den Kanten gestreift oder an Krystallen des Quarzes, welche (Fig. **6** Taf. **II.**) die Kombination des hexagonalen Prisma mit einer hexagonalen Pyramide zeigen, sind die Prismenflächen horizontal gestreift. Diese Streifung der Flächen, obgleich sie eine Unvollkommenheit ist, dient in vielen Fällen dazu, die Flächen als gleiche zu erkennen, wenn sie ungleichmäßig erweitert sind. Bisweilen erscheinen auch solche Streifen auf derselben Art von Flächen nach zwei oder mehr Richtungen.

Rauhe Flächen sind solche, bei denen in der ganzen Ausdehnung der Fläche kleine hervorragende Erhöhungen oder kleine Vertiefungen erscheinen, welche wie bei einer geätzten Glasplatte die Fläche nicht glänzend erscheinen lassen, sondern matt, oder es können die Erhöhungen oder Vertiefungen stärker hervortreten, wodurch sich die Flächen rauh anfühlen oder es können viele kleine hervorragende Krystallteilchen oder starke Vertiefungen gleicher Bildung bemerkbar sein. Für solche verschiedene Bildung rauher Flächen im allgemeinen gebraucht man verschiedene Ausdrücke, nennt sie im Besonderen drusige, warzige, getäfelte, grubige u. s. w. Flächen. Fig. **3** Taf. **II.** zeigt ein Oktaeder des Flußspates mit grubigen Flächen, Fig. **4** Taf. **II.** eine Hexaederfläche desselben Minerales als getäfelte, indem sie wie mit quadratischen Täfelchen bedeckt erscheint. Auch diese Unvollkommenheit kann noch bei unregelmäßiger Ausdehnung der Flächen derselben Gestalt dazu dienen, die gleichen Flächen durch die gleiche Art der Rauhigkeit als gleiche zu erkennen.

Ausnahmsweise sind Krystallflächen gekrümmte, konvex oder konkav. Fig. **1** Taf. **II.** zeigt die Flächen eines Tetrakontaoktaeders als konvex gekrümmte, wie sie an Diamantkrystallen gesehen werden.

Unvollkommen ausgebildete Krystalle, die noch erkennen lassen, daß sie Individuen sind, deren äußere Gestalt aber nicht mehr bestimmbar ist, werden als Körner, Blätter, Schuppen, Stengel, Spieße, Nadeln, Fasern u. dergl. benannt und solche derselben Art finden sich entweder einzeln oder miteinander verwachsen, wodurch körnige, blättrige, schuppige, stenglige, strahlige, faserige u. dergl. Aggregate gebildet werden, welche bei großer Anzahl der verwachsenen Individuen in derbe Massen mit krystallinisch-körniger, blättriger, schuppiger, stengliger bis faseriger Absonderung übergehen.



1. Gleichseitiges Dreiseit. 2. Gleichschenkliges Dreiseit. 3. Ungleichseitiges Dreiseit. 4 Quadrat. 5. Rhombus oder Raute. 6 Oblongum oder Rechteck. 7. Rhomboid. 8 Deltoid. 9. Pentagon 10. Reguläres Hexagon. 11 und 12 Symmetrische Hexagone. 13. Achtseit oder Oktogon. 14 Quadratische Pyramide. 15. Rhomboeder. 16. Würfel oder Hexaeder. 17 Oktaeder 18. Kombination des Oktaeders mit dem Hexaeder. 19. Leucitoeder. 20 Tetrakishexaeder oder Pyramidenwürfel. 21. Trapezoeder. 22 Rhombendodekaeder. 23. Dyakishexaeder oder Pentagondodekaeder 24 Quadratisches Prisma. 25 Tetrakontaoktaeder oder Achtundvierzigflächner. 26. Tetraeder 27. Spitze quadratische Pyramide. 28. Stumpfe quadratische Pyramide 30 Quadratische Basisflächen. kombiniert mit einem quadratischen Prisma. 32. Rhombisches Prisma.

29. Quadratisches Prisma kombiniert mit einer quadratischen Pyramide. 31 Rhombische Pyramide. 33. Rhomb Prisma mit einem Querdoma. 34. Rhomb Prisma mit einem Längsdoma. 35 Oblonges Prisma. Kombination der Quer-, Längs- und Basisflächen.

Zwillingsbildung und Gruppierung.

Bei ein- oder aufgewachsenen Krystallen kann man häufig beobachten, daß außer einzelnen Krystallen auch zwei oder mehr miteinander verwachsen sind. Dies beruht meist auf Zufälligkeit, dagegen hat man schon frühzeitig gefunden, daß bei vielen Mineralen zwei Krystalle derselben Art und derselben Gestaltung auf eine bestimmte Regel der Verwachsung führen und daß diese Regel der Verwachsung, das Gesetz derselben, an verschiedenen Fundorten in gleicher Weise zu bemerken ist. Zwei auf gesetzmäßige Weise verwachsene Krystalle bilden einen Zwilling, wobei dann jeder Einzelkrystall des Zwillings in seiner vollständigen Ausbildung durch den anderen gehindert ist. Je nachdem die so zwillingsartig verwachsenen Krystalle einander nur mit einer Fläche berühren (Fig. 14 Taf. IX. und Fig. 9 Taf. XII.) oder durcheinander gewachsen sind, (Fig. 5 Taf. VII.) unterscheidet man die Berührungs- und Durchdringungszwillinge. Auch drei Krystalle (Fig. 17 Taf. XXIII.) und mehr können regelmäßig verwachsen sein und bilden dann Drillinge, Vierlinge u. s. f. Manche Minerale sind durch Zwillingsbildung ausgezeichnet, wie bei der Beschreibung angegeben wird, so daß sogar einzelne Krystalle bei mehreren selten gefunden werden.

An diese regelmäßige Verwachsung schließt sich die Gruppierung der Krystalle, wobei mehrere oder viele Krystalle, zum Teil infolge vielfacher Wiederholung der Zwillingsbildung so miteinander verwachsen sind, daß sie eine gewisse gleichmäßige Anordnung zeigen, wie um einen Punkt oder eine Linie herum oder nach einer gewissen Fläche. Auf diese Weise entstehen zentrische, radiale, sternförmige, kuglige, fächerförmige, rosettenförmige, büschelige, garbenförmige, zähnige, baumartige, reihenförmige u. a. Gruppen, die bisweilen bei einzelnen Mineralen mehrfach in übereinstimmender Weise gefunden werden, ja es können durch homologe Gruppierung vieler kleiner gleicher Krystalle große Krystalle gebildet werden, welche nach außen wie einzelne Krystalle eine bestimmte Gestaltung mit unvollkommen ausgebildeten Flächen zeigen.

Pseudokrystalle

nennt man Krystalle, deren Gestalt nicht unmittelbar von der vorhandenen Mineralsubstanz abhängt. Solche Krystalle stimmen nämlich nicht mit denjenigen Krystallen überein, welche die bezügliche Mineralsubstanz als durch sie selbständig erzeugte Individuen sonst zeigt.

Da aber auf sehr verschiedene Weise Pseudokrystalle gebildet werden, hat man derartige Gebilde neben dem allgemeinen Ausdruck Pseudokrystalle verschieden benannt, je nachdem sie entstanden sind. So nennt man Pseudomorphosen diejenigen Pseudokrystalle, welche infolge chemischer Veränderung der Mineralsubstanz der ursprünglichen Krystalle entstanden sind. So ist z. B. die Substanz der Pyrit genannten Spezies, welche regulär krystallisiert und durch Reichtum an Krystallgestalten ausgezeichnet ist, zweifach Schwefeleisen. Durch äußere Ursachen kann aus dieser bestimmten chemischen Verbindung der Schwefel getrennt werden und an Stelle desselben das Eisen Sauerstoff aufnehmen, Eisenoxyd entstehen, welches noch mit Wasser sich in Verbindung setzt, wodurch Eisenoxydhydrat gebildet wird, welches als Mineral vorkommend Brauneisenerz genannt wird. Diese Mineralsubstanz, welche bis jetzt noch nicht in selbständigen Krystallen ausgebildet gefunden worden ist, bildet jetzt nach dem angegebenen chemischen Vorgange Pseudokrystalle, welche im besonderen Pseudomorphosen genannt werden. So bildet z. B. der Malachit, eine wasserhaltige Verbindung der Kohlensäure mit Kupferoxyd selbständig monokline Krystalle, während er auch Pseudomorphosen nach dem regulären Cuprit oder Rotkupfererz darstellt, welches Mineral ursprünglich und selbständig krystallisiert Kupferoxydul ist. Dieses nahm noch Sauerstoff auf, in Kupferoxyd übergehend und dieses setzte sich mit Kohlensäure und Wasser in Verbindung, um schließlich Malachit zu werden. Der chemische Vorgang, die Veränderung der einen Substanz in die andere unter Bewahrung der Gestalt läßt alle derartigen Pseudokrystalle als Pseudomorphosen von anderen unterscheiden und sie sind nach jeder Richtung hin wichtige mineralische Gebilde.

Von solchen Pseudomorphosen verschieden sind die Epimorphosen oder Verdrängungs-Pseudomorphosen, Pseudokrystalle, welche dadurch entstanden, daß eine auflösende Flüssigkeit, meist Wasser, langsam von außen auf die Substanz der ursprünglichen Krystalle lösend einwirkte und aus ihr momentan an Stelle der weggelösten Substanz eine andere Substanz dafür abgesetzt wurde, welche in der auflösenden Flüssigkeit aufgelöst war. So entstanden z. B. Pseudokrystalle des Quarz nach Gyps. Ferner die Pleromorphosen oder Ausfüllungs-Pseudomorphosen, Pseudokrystalle, welche dadurch entstanden, daß der Raum, welchen ein Krystall früher einnahm, bevor dessen Substanz durch Auflösung fortgeführt wurde, durch eine andere Mineralsubstanz ausgefüllt wurde. Endlich die Perimorphosen (Umhüllungs-Pseudomorphosen), wenn vorhandene Krystalle durch eine mehr oder minder dicke Rinde eines anderen Minerals gleichmäßig umgeben sind und dadurch die die Rinde bildende Substanz von außen betrachtet in einer ihr nicht angehörigen Gestalt erscheint.

Unkrystallinische Gestalten.

Als solche benennt man diejenigen Gestalten, welche kleinere oder größere Mineralmassen zeigen und die nicht durch Krystallflächen begrenzt, sondern meist krummflächige sind. Solche Gestalten werden als kuglige, traubige, nierenförmige, geflossene, ellipsoidische, eiförmige, mandelförmige, linsenförmige, zylindrische, konische, plattenförmige, ästige u. s. w. benannt, nach bekannten Gegenständen, mit welchen sie Ähnlichkeit haben. Sie finden sich zunächst bei den amorphen Mineralen, welche überhaupt keine Krystallisation zeigen, oder bei unkrystallinischen dichten Varietäten oder können selbst mit der Krystallisation zusammenhängen, mit der Gruppierung unvollkommen ausgebildeter sehr kleiner Individuen.

Zu den unkrystallinischen Gestalten gehören auch diejenigen, welche Minerale zeigen, wenn sie die sogenannten Versteinerungen oder Petrefakten (II. Teil S. 25) bilden, in Gestalten von Tieren oder Pflanzen oder Teilen derselben gefunden werden.

Spaltbarkeit und Bruch.

Die Mehrzahl von Mineralspezies, welche krystallisiert vorkommen, zeigen die Eigentümlichkeit, daß ihre Krystalle sich durch Spalten vermittelst eines Messers oder Meisels in Stücke zerteilen lassen und die dabei entstehenden Spaltungsflächen gewissen Krystallflächen entsprechen, welche entweder äußerlich an den gespaltenen Krystallen sichtbar waren oder mit den sichtbaren in geometrischem krystallographischem Zusammenhange stehen. So lassen sich z. B. Hexaeder des Steinsalzes nach den Hexaederflächen spalten, während Hexaeder des Flußspates nach den Oktaederflächen spaltbar sind. — Diese Erscheinung ebener Flächen, welche vorher nicht vorhanden waren, hängt von gewissen Cohäsionsverhältnissen ab, welche die Krystalle als unorganische Individuen besitzen und die mit der Krystallisation zusammenhängen, insofern durch diese in gewissen Richtungen die an sich gleichartige Substanz eines Krystalles mindere Cohäsion als in anderen zeigt. Da infolge

dieser physikalischen Eigenschaft der Substanz die Spaltbarkeit gestattet, parallel einer bestimmten Spaltungsfläche den Krystall weiter zu spalten, so kann man ihn in mehr oder minder dünne Blätter zerspalten und man nannte die Erscheinung Blätterdurchgang und sagt, daß ein Krystall, wie z. B. des Steinsalzes 3 gleiche rechtwinklige Blätterdurchgänge habe, die Krystalle des Flußspates dagegen 4 gleiche schiefwinklige. Die Zahl der Blätterdurchgänge und ihre gegenseitige Lage ist in der Regel bei Krystallen derselben Spezies dieselbe und zeigt sich in gleicher Weise, auch wenn die Krystalle äußerlich unvollkommen sind. Je leichter man Krystalle spalten kann, um so vollkommener ist die Spaltbarkeit, sie ist aber auch verschieden vollkommen bis undeutlich, in der Regel jedoch eine gleiche nach den gleichen Flächen einer einfachen Krystallgestalt.

Auch kann bei Mineralen unabhängig von der Krystallisation die Cohäsion sich in der Weise verschieden zeigen, daß beim Zerschlagen der Minerale, wie vermittelst eines Hammers sich Stücke abtrennen lassen und daß die Flächen dieser Stücke, nach welchen der Zusammenhang durch das Anschlagen mit dem Hammer erschüttert und gelockert wurde, in gewissem Sinne bestimmbar sind. Man nennt solche Flächen die Bruchflächen und unterscheidet sie in leicht verständlicher Weise als muschlige (konkave oder konvexe), unebene oder ebene, nebenbei als glatte, erdige, splittrige, körnige und hakige (bei Metallen, wie Silber, Kupfer, Eisen).

Die Härte.

Wenn man Minerale mit einem Messer oder einer Stahlspitze zu ritzen versucht, so sieht man sehr bald, daß sie einen verschiedenen Widerstand leisten, sich mehr oder weniger leicht oder schwierig oder gar nicht ritzen lassen. Diesen Widerstand nennt man die Härte und da das Ritzen mit dem Messer nicht ausreichend die Härte bestimmen läßt, um sie als eine Eigenschaft zur Unterscheidung benützen zu können, so bestimmt man sie durch Ritzen mit verschieden harten Mineralen. Zu diesem Zwecke wurden zehn Minerale ausgewählt und nach ihrer zunehmenden Härte in eine mit aufsteigenden Zahlen bezeichnete Reihe gestellt und dadurch eine Härteskala gebildet. Dieselbe enthält nachfolgende Minerale:

1. Talk.	6. Feldspat.
2. Gyps.	7. Quarz.
3. Kalkspat.	8. Topas.
4. Flußspat.	9. Korund.
5. Apatit.	10. Diamant.

Die zur Prüfung der Härte auszuwählenden Proben oben genannter Minerale müssen von Krystallen entnommen werden, als Spaltungs- oder Bruchstücke oder können auch kleine Krystalle sein, weil im krystallinischen Zustande die Härte desselben Minerals dieselbe ist. Durch das Ritzen mit den Gliedern der Härteskala findet man, ob das zu bestimmende Mineral in der Härte mit einem der Skala übereinstimmt oder zwischen 2 benachbarten derselben liegt. Die Zahl in der Skala wird dann benützt, um dies auszudrücken. Ist z. B. der Spinell in der Härte mit Topas übereinstimmend, so schreibt man H. = 8, liegt sie zwischen der zweier Glieder, so drückt man dies durch die Dezimale 5 aus; so bedeutet z. B. H. = 4,5, daß die Härte des Minerals zwischen der des Flußspates und des Apatit liegt. Die Varietäten eines Minerals haben untereinander nicht immer dieselbe Härte, weshalb man dann die Grenzen angiebt, so ist z. B. die Härte des Beryll H. = 7,5—8,0.

Die Methode, so die Härte der Minerale zu bestimmen und auszudrücken, läßt noch vieles zu wünschen übrig, weshalb man schon verschiedene Apparate als Härtemesser, Sklerometer konstruierte, die jedoch wegen anderer Schwierigkeiten keine allgemeine Anwendung finden konnten.

Eigenschwere oder spezifisches Gewicht

nennt man das Gewicht der Körper im Verhältnis zu ihrem Rauminhalt oder Volumen, in der Regel verglichen mit dem Gewicht des destillierten Wassers von gleichem Volumen. Es wird gefunden, indem man den Körper zuerst in der Luft wägt, sein absolutes Gewicht bestimmt, alsdann unter Wasser und mit dem Gewichtsverlust, d. h. mit dem Gewichte des durch ihn verdrängten Wassers in das absolute Gewicht dividiert. Der Quotient drückt dann das spezifische Gewicht des Körpers aus, welches auch Volumgewicht oder die Dichte genannt wird. Man wählt dazu kleine möglichst reine Stücke aus. Da bisweilen kleine Hohlräume vorkommen, so pulverisiert man auch oft das Mineral sehr fein und füllt damit ein Glasfläschchen mit eingeriebenem Glasstöpsel, welches vorher genau gewogen und dessen spezifisches Gewicht bestimmt wurde. Die Bestimmungen werden in der Regel bei einer Mitteltemperatur von 12 bis 15 ° R. ausgeführt. Selbstverständlich wird eine empfindliche Wage und richtiges Gewicht vorausgesetzt. Da die gefundenen Zahlen bei verschiedenen Proben eines Minerals gewöhnlich etwas differieren, so giebt man bei den Mineralarten die Grenzen der gefundenen Zahlen an oder das Mittel aus den gefundenen Zahlen.

Optische Eigenschaften.

Farben, Glanz und Durchsichtigkeit.

Diese können wohl für sich beschrieben werden, stehen aber untereinander in solchem Zusammenhange, daß sie einander gegenseitig beeinflussen. Daraus ergiebt sich auch die große Schwierigkeit, richtiger die Unmöglichkeit, bei Abbildungen der Minerale, wie sie in diesem Werke vorliegen, diese optischen Eigenschaften richtig darzustellen. In diesem Sinne müssen daher kolorierte Abbildungen der Minerale mit einer gewissen Nachsicht beurteilt werden.

1. Die Farben. Minerale sind entweder farblos oder zeigen gewisse Farben, sind farbige oder gefärbte. Farblose Minerale sind durchsichtig, bei abnehmender Durchsichtigkeit erscheinen sie weiß, doch zählt man weiß zu den Farben der Minerale. Die Farben werden als unmetallische und metallische unterschieden, je nachdem die bezüglichen Minerale keinen Metallglanz zeigen oder metallisch glänzen. Schwefel und Gold sind gelb, die gelbe Farbe des Goldes aber ist eine metallische, die des Schwefels eine unmetallische.

Die unmetallischen Farben als die häufigsten werden als weiße, graue, schwarze, braune, rote, gelbe, grüne und blaue unterschieden und die Varietäten dieser Farben eigens und auf verschiedene Weise benannt. Die bei der Beschreibung gebräuchlichen Ausdrücke müssen allgemein verständliche sein, wie z. B. die Bezeichnungen schneeweiß, aschgrau, grünlichschwarz, holzbraun, honiggelb, grasgrün, himmelblau, fleischrot u. a. m. Derartige Ausdrücke sind zahlreiche im Gebrauch und nebenbei giebt man auch die Intensität der Farbe durch die Zusätze hell, dunkel, hoch, tief, blaß, düster, schmutzig u. dergl. an. Bei den metallischen Farben genügen die wenigen Ausdrücke: silber- und zinnweiß, blei- und stahlgrau, eisenschwarz, tombackbraun, gold-, messing- und speisgelb, kupferrot, stahlblau und stahlgrün.

Besondere Farbenerscheinungen sind der Pleochroismus, wenn nicht reguläre Krystalle in verschiedener Richtung bei durchfallendem Lichte verschiedene Farbe zeigen,

die Farbenwandelung, wenn bei reflektiertem Lichte in verschiedener Stellung die Farbe wechselt, das Farbenspiel, das Irisieren u. a.

Die Farben der Minerale werden nur beim Tageslicht beurteilt, können auch im Laufe der Zeit sich verändern, blässer oder dunkler werden, sich ändern in der ganzen Masse oder an der Oberfläche; im letzteren Falle entstehen die sogenannten Anlauffarben. — Da auch häufig die Farbe des Pulvers eine andere ist, als die eines Mineralstückes, so giebt man diese als Farbe des Striches bei der Beschreibung der Minerale an, indem man mit dem Minerale über eine rauhe weiße Porzellanplatte streicht und die so entstandene am weißen Porzellan hervortretende Farbe des feinen Pulvers als Strichfarbe bezeichnet. Oft bemerkt man diese schon beim Ritzen vermittelst eines Messers.

2. Der Glanz wird als metallischer und unmetallischer bezeichnet, der letztere als Glas-, Wachs- (Fett-, Harz-, Pech-), Perlmutter- und Diamantglanz unterschieden, bei faserigen Mineralen auch Seidenglanz genannt. Definieren lassen sich die Arten des Glanzes nicht, die Minerale müssen mit den bezüglichen Objekten verglichen werden. Metalle, wie Eisen, Gold, Silber, Kupfer sind genügend bekannt und die Art ihres Glanzes prägt sich schon dem Kinde ein und wenn daher an Mineralen ein anderer Glanz gesehen wird, so ist er unmetallisch, auch die Substanzen Glas, Wachs, Fett, Harz u. s. w. sind viel bekannte, nur der Diamant weniger.

Übergänge aus einer Art des Glanzes in eine andere sind an demselben Minerale, ja selbst an demselben Stücke häufig, sowie oft Übergänge vom unmetallischen Glanz in den metallischen vorkommen, weshalb man sich dann des Ausdruckes halbmetallischer Glanz bedient. Nach der Stärke des Glanzes benennt man Minerale als stark- bis wenigglänzend, schimmernd und matt (glanzlos).

3. Der Durchsichtigkeit nach unterscheidet man Minerale als durchsichtige, halbdurchsichtige, durchscheinende, an den Kanten durchscheinende und undurchsichtige.

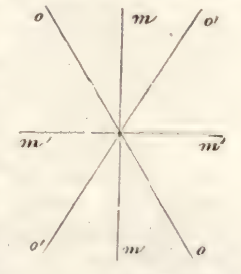
Bei allen solchen beschreibenden Ausdrücken ist in der Regel die Auffassung so, daß der bezügliche Ausdruck sich auf einen einzelnen Krystall, auf ein Spaltungs- oder Bruchstück, auf Handstücke, wie sie von verschiedener Größe in den Sammlungen zu sehen sind, bezieht und daß nur das einzelne Mineral in's Auge gefaßt wird.

Doppelte Strahlenbrechung.

Wenn man ein rhomboedrisches Spaltungsstück des farblosen isländischen Kalkspates (des sogen. Doppelspates) auf ein Papier legt, worauf man einen Kreis mit feiner oder dickerer Peripherielinie gezeichnet hatte, so sieht man durch den Doppelspat zwei gegeneinander etwas verschobene Ringe, wie es die Fig. 17 Taf. II. angibt, anstatt eines. Die Divergenz der beiden Ringe, sowohl des kleinen als auch des größeren dickgezeichneten ist hier etwas größer angegeben, als die gezeichnete Dicke des Spaltungsstückes sie ergeben würde. In gleicher Weise würden auf das Papier gezeichnete Linien oder Punkte oder Schriftzüge doppelt erscheinen. Dies rührt daher, daß die Lichtstrahlen beim Durchgange durch den genannten Kalkspat doppelt gebrochen werden. Ebenso würde man diese doppelte Brechung der Lichtstrahlen leicht wahrnehmen, wenn man mit einer Nadel in ein Kartenblatt ein Loch sticht und dieses durch den Doppelspat betrachtet, dann sieht man zwei Löcher, die um so weiter von einander abstehen, je dicker das Spaltungsstück ist. Diese Eigenschaft, das Licht doppelt zu brechen, besitzen alle durchsichtigen Spaltungsstücke des Kalkspates, selbst farbige, nur wurde sie zuerst am isländischen beobachtet, ja es besitzen alle durchsichtigen nicht regulären Krystalle dieselbe, weshalb man sie sämtlich doppeltbrechende Krystalle im Gegensatz zu den regulären heißt, welche man einfach brechende nennt.

Obgleich sich so die nicht regulären Krystalle optisch von den regulären unterscheiden, so kann man doch nur bei sehr wenigen, wie bei dem Kalkspat die doppelte Brechung auf diese einfache Weise ohne physikalische Apparate wahrnehmen, trotzdem diese optische Eigenschaft eine sehr wichtige ist. Es unterscheiden sich sogar auch die nicht regulären Krystalle noch weiter, indem die quadratischen und hexagonalen Krystalle sich wieder anders verhalten als die übrigen. Die doppelt brechenden Krystalle haben nämlich die Eigentümlichkeit, daß sie nicht nach allen Richtungen das Licht doppelt brechen. So zeigt der oben erwähnte Kalkspat nur einfache Brechung, wenn man durch Platten desselben sieht, welche parallel der Basisfläche, also senkrecht gegen die Hauptachse geschnitten sind. Hiernach nennt man den Kalkspat optisch einachsig, weil nur Platten senkrecht auf diese eine Achse, die Hauptachse, geschnitten einfache Brechung zeigen. So verhalten sich alle hexagonalen und quadratischen Krystalle, sie sind optisch einachsige Krystalle, haben eine optische Achse, welche der krystallographischen Hauptachse entspricht. In allen andern nicht regulären Krystallen, also den rhombischen, mono- und triklinen kann man zwei Linien auffinden, auf welche senkrecht geschnittene Platten derselben einfache Brechung zeigen und man nennt sie deshalb optisch zweiachsige Krystalle.

Diese beiden Linien heißen die optischen Achsen, liegen in einer Ebene, der optischen Achsenebene, schneiden sich schiefwinklig und ihr Durchschnittspunkt ist der Mittelpunkt des Krystalles. Sie selbst aber sind nicht Achsen des Krystalles. Halbiert man die Winkel, welche die optischen Achsen o o und o′o′ mit einander bilden, so heißen die Halbierungslinien die optischen Mittellinien m m und m′m′. Die optischen Achsen und ihre Mittellinien haben kein übereinstimmendes Verhältnis ihrer Lage zu der Lage der Krystallachsen, bei den rhombischen dagegen liegen immer die beiden optischen Achsen in einer Ebene, in welcher zwei Krystallachsen liegen und die beiden optischen Mittellinien fallen mit den beiden Krystallachsen zusammen.



Diese wichtigen Erscheinungen der Krystalle lassen sich aber nicht unmittelbar beobachten, sondern durch Instrumente, welche die Polarisation des Lichtes erkennen lassen, indem die beiden durch die Doppelbrechung hervorgerufenen Lichtstrahlen verschiedene optische Eigenschaften besitzen. Durch sogenannte Polarisationsapparate kann man aber Erscheinungen beobachten, welche auf die gewöhnlich nicht sichtbare Doppelbrechung schließen lassen. Ein sehr einfaches optisches Instrument, die Turmalinzange genannt, zeigt aber schon, wie nützlich diese optischen Verhältnisse für Mineralbestimmungen sein können.

Werden nämlich aus einem durchsichtigen farbigen Turmalinkrystalle zwei oblonge Plättchen parallel der Hauptachse geschnitten, in Korkplättchen eingelegt und diese je eins in einem Ende der Zange, wie die Figur zeigt, befestigt, so daß man die Korkplättchen mit den eingelegten Turmalinplättchen beliebig drehen kann, so dient diese einfache Vorrichtung zur Erkennung der optischen Brechungsverhältnisse. Stehen die beiden durchsichtigen Turmalinplättchen, wie aus der Figur ersichtlich ist, parallel, so sieht man sie so gefärbt, wie die einzelnen, nur etwas stärker als das einzelne. Dreht man dagegen das eine Plättchen um 90°, so daß sie sich rechtwinklig kreuzen, so tritt eine starke Verdunklung ein. Schiebt man nun zwischen die beiden gekreuzten Turmalin-

plättchen ein Plättchen eines optisch einachsigen Krystalles ein, welches senkrecht auf die optische Achse oder was dasselbe ist, senkrecht auf die krystallographische Hauptachse geschnitten ist, z. B. von dem oben erwähnten Kalkspat oder von Bergkrystall, so sieht man, wie Fig. 18 Taf. II. zeigt, farbige, konzentrische, kreisrunde Ringe und ein dunkles rechtwinkliges Kreuz. Diese Erscheinung beobachtet man bei allen durchsichtigen Plättchen optisch einachsiger Krystalle, welche senkrecht auf die Hauptachse geschnitten sind. Liegen dagegen die Turmalinplättchen parallel, so entsteht, wie die Fig. 19 zeigt, ein helles Kreuz und die farbigen Ringe zeigen die komplementären Farben des ersten Bildes.

Werden zwei solche Plättchen rechtwinklig gekreuzt, so erscheint anstatt des dunkeln Kreuzes bei gekreuzten Turmalinplättchen eine S-förmige vierfache Zeichnung; wird das Mineralplättchen, z. B. Bergkrystall, durch eine Schraube zusammengedrückt, so verzerren sich die Farbenkreise in parabolische Figuren, womit zugleich die Elastizität des Bergkrystalles nachgewiesen wird. Optisch zweiachsige d. h. rhombische, monokline und trikline Krystalle zeigen in demselben Apparate andere Erscheinungen, zweifarbige elliptische Ringsysteme, wie Fig. 20 und 21, welche von Kalisalpeter genommen sind. Die Mineralplättchen müssen dazu senkrecht auf eine optische Mittellinie geschnitten sein. In Fig. 20 sind die Ringe so gezeichnet, wie sie sich zeigen, wenn die Ebene der optischen Achsen mit der Schwingungsebene des einen Turmalinplättchens zusammenfällt, in Fig. 21 die elliptischen Farbenringe so gezeichnet, wie sie erscheinen, wenn die Ebene der optischen Achsen mit den Schwingungsebenen der beiden Turmalinplättchen einen Winkel von 45° bildet.

Zu solchen Proben dienen oft schon Spaltungsblättchen von Krystallen, wenn sie dieselbe Lage zu den optischen Achsen zeigen und je dünner diese oder die Plättchen sind, um so weiter sind die konzentrischen farbigen Ringe von einander entfernt. Plättchen oder Spaltungsblätter regulärer Krystalle zeigen zwischen gekreuzten Turmalinplättchen keine Aufhellung der Verdunklung, Plättchen oder Spaltungsblätter anderer Richtung als der oben angegebenen senkrechten auf die Hauptachse optischer einachsiger oder senkrechter auf die optische Mittellinie optisch zweiachsiger zeigen eine Aufhellung der Verdunklung der gekreuzten Turmalinplättchen. Selbst kleine Splitter eines krystallinischen Minerals lassen sich zwischen den gekreuzten Turmalinplättchen als einfach brechende und doppelt brechende Substanzen unterscheiden, je nachdem sie die Verdunklung nicht aufhellen oder eine Aufhellung zeigen.

Elektrizität, Magnetismus und spezifische Wärme.

Viele Minerale werden bei gewisser Behandlung elektrisch, positiv oder negativ, so z. B. durch Reiben, wie Turmalin, Schwefel, Bernstein u. a., andere durch Erwärmen, wie der Turmalin und wie dieser selbst polarisch elektrisch, daß das eine Ende positiv, das andere negativ elektrisch wird. Einige sind Leiter der Elektrizität, wie die Metalle, andere Nichtleiter, wie viele Silikate. Man prüft diese Erscheinungen, die meist nicht wichtig für die Erkennung der Minerale sind, vermittelst einer einfachen elektrischen Nadel oder mit dem Elektrometer oder mit einem auf Glas befestigten Tierhaare.

Einige Minerale zeigen sich magnetisch, d. h. sie wirken auf die Magnetnadel, bewegen dieselbe, wenn man sie ihr nähert. Sehr wenige sind polarisch magnetisch, d. h. ziehen an derselben Stelle das eine Ende der Nadel an und stoßen das andere Ende ab. Solche wie das Magneteisenerz, an welchem der Magnetismus entdeckt wurde, der natürliche Magnet, ziehen Eisenfeilspäne an.

Die Minerale haben auch wie andere Körper ihre eigene, die spezifische Wärme und unterscheiden sich durch ihre Fähigkeit, die Wärme zu leiten, was man am besten dadurch unmittelbar wahrnehmen kann, daß sie sich mehr oder weniger kalt anfühlen, wie z. B. in absteigender Ordnung Metalle, geschwefelte Metalle, Silikate und Harze. Vom physikalischen Standpunkte aus sind alle thermischen Eigenschaften der Minerale von großem Interesse und lassen, wie die optischen, einen Zusammenhang mit der Krystallisation erkennen.

Durch Wärme werden auch die Minerale mehr oder weniger ausgedehnt, weshalb man auch das spezifische Gewicht bei einer übereinstimmenden mittleren Temperatur zu bestimmen pflegt. Die Veränderungen durch hohe Wärme gehören zu dem chemischen Verhalten der Minerale.

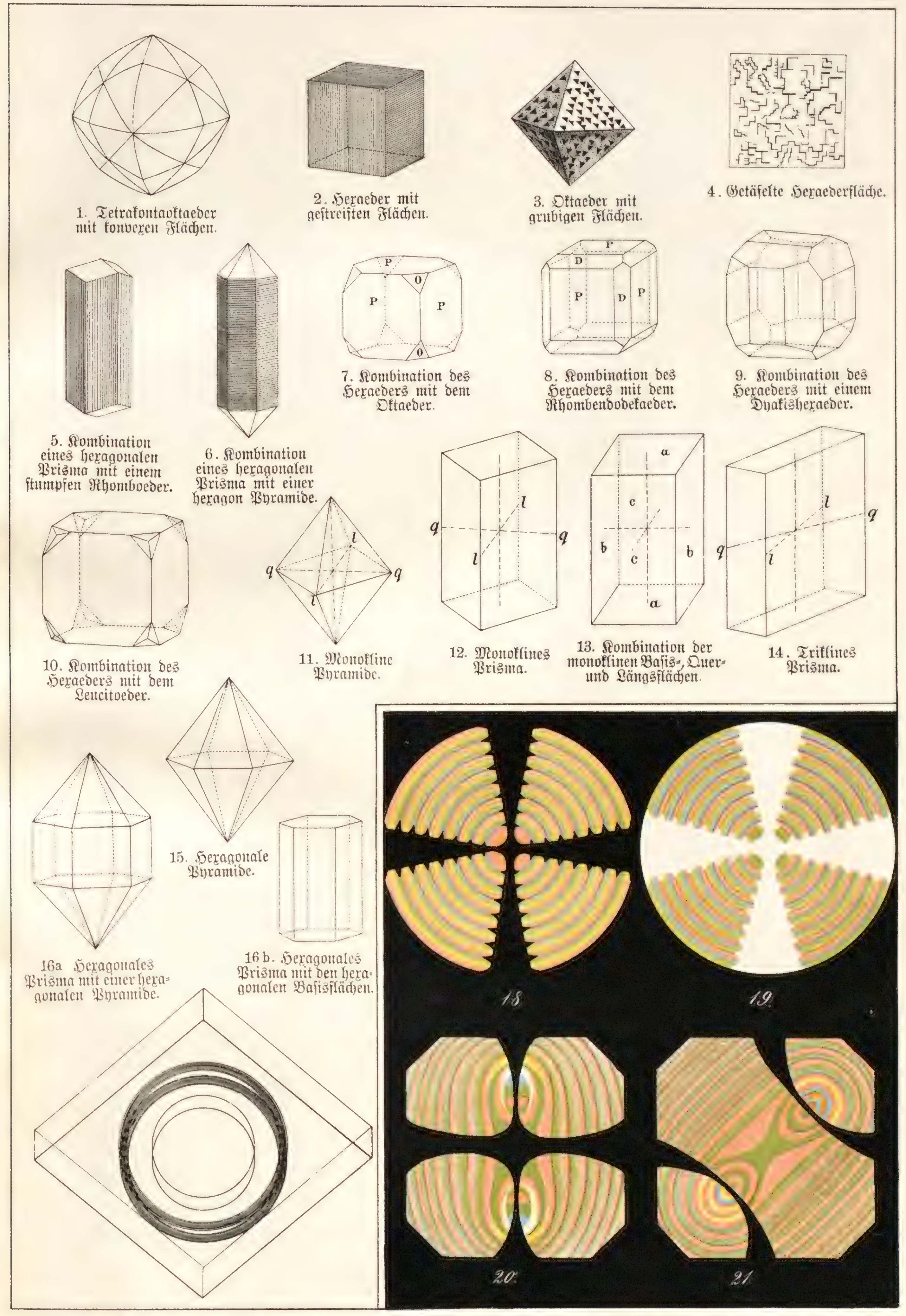
Chemische Verhältnisse.

Die Minerale sind ihrer Substanz nach entweder chemisch einfache oder zusammengesetzte Körper, die ersteren nennt man elementare Körper, Elemente oder Grundstoffe. Die Zahl der Elemente beläuft sich auf 67, von denen eine erhebliche Zahl als Minerale vorkommen. Die nachfolgende Tabelle enthält die große Mehrzahl der Elemente mit ihren wichtigsten Eigenschaften, ihren Atomgewichten u. s. w.

Die Atomgewichte sind Zahlen, welche durch die Verbindungen ermittelt werden, wobei man von der Ansicht ausgeht, daß alle wahrnehmbaren Körper, die elementaren sowohl als die zusammengesetzten aus unendlich kleinen materiellen Teilchen zusammengesetzt sind, welche die Atome genannt werden und daß die Atome eines jeden elementaren Körpers in jeder Beziehung untereinander gleich sind.

Da die Atome als solche sichtlich nicht bemerkbar sind, so lassen sie sich auch nicht wägen, um das Gewicht der einzelnen Atome eines elementaren Körpers zu bestimmen, man konnte aber zunächst aus den Verbindungen das relative Gewicht der einzelnen Atome eines jeden elementaren Körpers erschließen. So hat man z. B. gefunden, daß das Eisen als elementarer Körper mit dem Sauerstoff als einem anderen elementaren Körper zwei Verbindungen bildet, von denen die eine Eisenoxydul genannte auf 56 Gewichtseinheiten Eisen 16 gleiche Gewichtseinheiten Sauerstoff enthält, die andere Eisenoxyd genannte Verbindung dagegen auf $112 = 2 \times 56$ Gewichtseinheiten Eisen $48 = 3 \times 16$ gleiche Gewichtseinheiten Sauerstoff. — Nimmt man nun an, daß das Eisenoxydul aus gleichviel Atomen Eisen und Sauerstoff zusammengesetzt ist, so verhält sich das absolute Gewicht eines Atom Eisen zu dem absoluten Gewichte eines Atom Sauerstoff wie 56 : 16 oder man kann sagen, daß ein Atom Eisen 56 solche Gewichtseinheiten wiegt, wie deren ein Atom Sauerstoff 16 wiegt.

Bezeichnet man nun ein Atom Eisen mit dem Symbol Fe (den Anfangsbuchstaben des lateinischen Namens ferrum, Eisen) und ein Atom Sauerstoff mit dem Symbol O (dem Anfangsbuchstaben des lateinischen Namens oxygenium für Sauerstoff) so ist das Atomgewicht von Fe 56, das von O 16. Die Gewichtseinheit, auf welche sich diese Zahlen beziehen, ist das Atomgewicht des Wasserstoffes. Man kann als Einheit, auf welche sich die Atomgewichtszahlen beziehen, auch das Atomgewicht eines anderen beliebigen Elementes wählen und nahm auch z. B. das des Sauerstoffes, setzte aber dann sein Atomgewicht = 100. Da nun das Atomgewicht des Sauerstoffes sich zu dem des Eisens wie 16 : 56 verhält, so ist dann das Atomgewicht des Eisens = 350. In der nachfolgenden Tabelle sind nur die Atomgewichtszahlen für Wasserstoff als Einheit angegeben, wie sie jetzt allgemein gebraucht werden und der Wasserstoff wurde deshalb als Einheit gewählt,



1. Tetrakontaoktaeder mit konvexen Flächen.

2. Hexaeder mit gestreiften Flächen.

3. Oktaeder mit grubigen Flächen.

4. Getäfelte Hexaederfläche.

5. Kombination eines hexagonalen Prisma mit einem stumpfen Rhomboeder.

6. Kombination eines hexagonalen Prisma mit einer hexagon Pyramide.

7. Kombination des Hexaeders mit dem Oktaeder.

8. Kombination des Hexaeders mit dem Rhombendodekaeder.

9. Kombination des Hexaeders mit einem Dyakishexaeder.

10. Kombination des Hexaeders mit dem Leucitoeder.

11. Monokline Pyramide.

12. Monoklines Prisma.

13. Kombination der monoklinen Basis-, Quer- und Längsflächen.

14. Triklines Prisma.

15. Hexagonale Pyramide.

16a Hexagonales Prisma mit einer hexagonalen Pyramide.

16 b. Hexagonales Prisma mit den hexagonalen Basisflächen.

17. Doppelte Strahlenbrechung bei isländischem Kalkspat.

18 19. 20. 21. Optische Erscheinungen der Krystalle.

weil aus den Verbindungen hervorgeht, daß sein Atomgewicht das niedrigste ist, weshalb er sich zur Grundlage für die anderen empfahl.

Wenn nun angenommen wurde, daß das Eisenoxydul aus gleichviel Atomen Eisen und Sauerstoff zusammengesetzt ist, so besteht das kleinste materielle Teilchen Eisenoxydul, welches Molekul genannt wird, aus einem Atom Eisen und einem Atom Sauerstoff. Dies drücken die zusammengestellten Symbole FeO aus, dies ist die chemische Formel des Eisenoxydul. — Da das Eisenoxyd auf 2×56 Gewichtseinheiten Eisen 3×16 gleiche Gewichtseinheiten Sauerstoff enthält, so besteht ein Molekul Eisenoxyd aus 2 Atomen Eisen und 3 Atomen Sauerstoff, seine chemische Formel ist Fe_2O_3, in welcher die kleinen angehängten Zahlen die Anzahl der verbundenen Atome ausdrücken.

In den Formeln FeO und Fe_2O_3 für die beiden Verbindungen des Eisens und Sauerstoffes drückt auch noch die Stellung der beiden Symbole Fe und O das gegenseitige elektrochemische Verhalten der Stoffe untereinander aus, indem das Eisen gegenüber dem Sauerstoff der elektropositive Teil, der Sauerstoff gegenüber dem Eisen der elektronegative Teil der Verbindung ist. So ist z. B. die chemische Formel eines Molekul Wasser H_2O, indem dasselbe aus 2 Atomen Wasserstoff (lateinisch Hydrogenium genannt und daher der Anfangsbuchstabe H als Symbol gewählt) und einem Atom Sauerstoff besteht, der Wasserstoff der elektropositive, der Sauerstoff der elektronegative Teil der Verbindung ist. Allgemein wird der elektropositive Teil in der Formel links, der elektronegative rechts geschrieben. So ist z. B. SO_3 die chemische Formel der Schwefeltrioxyd genannten Verbindung des Schwefels und des Sauerstoffes, ein Molekul desselben enthält auf 1 Atom Schwefel (lateinisch Sulphur) 3 Atome Sauerstoff und der Schwefel ist der elektropositive Teil der Verbindung, der Sauerstoff der elektronegative.

Die chemischen Formeln FeO und Fe_2O_3 sind also der bestimmte Ausdruck einer chemischen Verbindung, durch welche das gegenseitige Verhältnis der Bestandteile bezüglich der Menge und des elektrochemischen Verhaltens ersichtlich ist; die Angabe in Prozenten stützt sich auf das unmittelbare Resultat dec analytischen Untersuchung. So würde man, wenn angegeben wird, daß im Eisenoxydul 77,78 Prozent Eisen und 22,22 Prozent Sauerstoff enthalten sind und daß im Eisenoxyd 70 Prozent Eisen und 30 Prozent Sauerstoff enthalten sind, nur dieses quantitative Verhältnis der beiden vereinigten Substanzen Eisen und Sauerstoff ersehen, während durch die Annahme der Atome und durch die darauf gegründeten Formeln sofort die beiden Substanzen Eisenoxydul und Eisenoxyd in ein bestimmtes Verhältnis zu einander treten. — Solche einfache Verbindungen können sich aber wieder mit einander verbinden, so findet sich z. B. ein überaus wichtiges und selbst massenhaft vorkommendes Mineral, das Magneteisenerz, welches, prozentisch ausgedrückt, 72,4 Prozent Eisen und 27,6 Prozent Sauerstoff enthält. Ohne die Atomtheorie würde man nur ersehen, daß dieses Mineral mehr Eisen und weniger Sauerstoff enthält als das Eisenoxyd, welches als Mineral vorkommend Roteisenerz genannt wird. Durch jene Annahmen aber über die Verbindungen ersieht man infolge der Berechnung, daß in dem Magneteisenerz auf 3 Atome Eisen 4 Atome Sauerstoff enthalten sind und daß man somit dasselbe als eine Verbindung des Eisenoxydul mit Eisenoxyd, von jedem 1 Molekul enthaltend, ansehen kann und daß man in der Formel die beiden Teile FeO und Fe_2O_3 so neben einander stellt, wie in den Teilen selbst Fe und O gestellt wurde, nur daß man sie durch einen dazwischen gestellten Punkt trennt, $FeO.Fe_2O_3$, um anzudeuten, daß das Eisenoxydul als Stoff für sich elektropositiv ist gegenüber dem Eisenoxyd, welches den elektronegativen Teil der Verbindung bildet.

Wegen der anderweitigen Verhältnisse chemischer Verbindungen und ihrer Formeln ist auf die Lehrbücher der Chemie zu verweisen. Aus den später bei den einzelnen Mineralen angegebenen Formeln ergibt sich, aus wieviel Atomen gewisser Elemente sie bestehen und wieviel Molekule gewisser Verbindungen in dem bezüglichen Minerale enthalten sind. Neben der Formel kann man auch die Bestandteile in Prozenten ausdrücken, welche sich aus den Formeln und den Atomgewichten ergeben oder umgekehrt dazu dienen, wie die durch die Analysen gefundenen Prozentzahlen dies erfordern, die Atome und Molekule einfacher Verbindungen zu berechnen.

Die häufigsten Verbindungen, welche das Mineralreich aufweist, sind die Sauerstoff-Verbindungen oder Oxyde im allgemeinen, einfachere und zusammengesetzte, indem nämlich nicht allein Verbindungen eines Elementes mit Sauerstoff wie das Eisenoxyd Fe_2O_3 vorkommen, sondern auch Verbindungen von zwei oder mehr solcher einfachen Verbindungen, wie bereits die des Magneteisenerzes als Beispiel angeführt wurde. Die einfachen Verbindungen zeigen, wie bei demselben bemerkt wurde, wenn sie Verbindungen mit einander darstellen, das analoge entgegengesetzte elektrochemische Verhalten. Hiernach bildet stets die eine Verbindung den elektropositiven, die andere den elektronegativen Teil einer zusammengesetzten Verbindung, wodurch man früher auf die Unterscheidung der Basen und Säuren geführt wurde. Obgleich nun in neuerer Zeit die Ansichten über die Natur der Basen und Säuren, sowie über die Salze genannten chemischen Verbindungen andere geworden sind, so werden doch noch diese Bezeichnungen in der älteren Auffassung oft gebraucht, womit dann auch die verschiedenen chemischen Formeln zusammenhängen. So wurde z. B. das am häufigsten vorkommende Mineral, der Kalkspat oder Calcit durch die Formel $CaO{\cdot}CO_2$ ausgedrückt, indem man ihn als eine Verbindung des Calciumoxydes CaO (der Kalkerde) und der Kohlensäure CO_2 (des Carboniumdioxydes) betrachtete, CaO wurde die Basis genannt als der elektropositive Teil der Verbindung, CO_2 die Säure als der elektronegative Teil der Verbindung und die Verbindung ein Kalkerdesalz, speziell ein Kalkerdecarbonat genannt. Jetzt dagegen wird ohne Rücksicht auf jene elektrochemischen Verhältnisse das Carboniumdioxyd (Kohlondioxyd) CO_2 als Anhydrid der Kohlensäure betrachtet, welche selbst eine Verbindung desselben mit H_2O darstellt und CO_3H_2 geschrieben wird. Ersetzt nun das Atom Calcium Ca die beiden Atome H_2 in dieser Verbindung, so ergibt diese dann CO_3Ca das Calciumcarbonat als ein Salz in der neueren Auffassung. Wird das Calcium durch ein anderes Metall ersetzt, z. B. Baryum Ba, so haben wir CO_3Ba das Baryumcarbonat.

Für den Zweck dieses Buches erscheint es geboten, die Zusammensetzung mehr nach der älteren Auffassung zu betrachten, besonders in Rücksicht auf kompliziertere Verbindungen, welche durch diese leichtfaßlicher sind.

Aehnliche Verhältnisse wie die Sauerstoffverbindungen zeigen die des Schwefels, die Sulfide, die aber viel weniger häufig sind, andere sind noch seltener.

Wenn aus dem Gesagten hervorgeht, daß die Minerale sich als chemisch einfache und zusammengesetzte Körper unterscheiden und die zusammengesetzten sehr mannigfaltig und die häufigsten sind, so muß die chemische Konstitution der Minerale genau erforscht werden, um sie durch Formeln ausdrücken zu können, die Minerale müssen daher genau qualitativ und quantitativ bestimmt werden, was vorzüglich Aufgabe der Chemiker ist. Da aber das Erkennen und Unterscheiden der Minerale und besonders ihre Verwendung meist mit der chemischen Konstitution im engsten Zusammenhange steht, so ist es zweckmäßig, sich einige Fertigkeit in der Prüfung der Minerale auf ihre Bestandteile zu erwerben. Zu dieser Prüfung schlägt man zwei Wege ein, den sogenannten trockenen und den nassen, wobei die

Name.	Zeichen	Atom-Gew.	Spez. Gew.	Äußere Eigenschaften.	Andere Eigenschaften und Vorkommen.
2. Fluor	F oder Fl	19		farbloses, heftig riechendes Gas, welches Glas und alle Metalle stark angreift.	Findet sich am häufigsten in Verbindung mit Calcium, den vielbekannten Fluorit oder Flußspat CaF_2 bildend; andere Fluoride, wie der Kryolith sind selten, dagegen kommen in mehreren Mineralen untergeordnet Fluorverbindungen als zu den wesentlichen Bestandteilen gehörig vor. In Verbindung mit Wasserstoff bildet das Fluor die Fluorwasserstoffsäure (Flußsäure) HF, das stärkste Lösungsmittel.
3. Chlor	Cl	35,5	2,45 bei Luft als Einheit	blaß gelblichgrünes Gas mit durchdringendem, erstickendem Geruche. Bei 15° C. und 4 Atmosphären Druck eine gelbe Flüssigkeit.	Bildet mit Natrium das Steinsalz genannte, vielfach verbreitete und reichlich vorkommende Mineral NaCl, außerdem noch andere Chloride, wie den Sylvin KCl, die aber selten und spärlicher vorkommen. In Verbindung mit Wasserstoff bildet das Chlor die Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure) HCl, die als starkes Lösungs- und Zersetzungsmittel vielfach bei der Untersuchung von Mineralen angewendet wird. — Wasser absorbiert das Chlor, und zwar 1 Volum Wasser bei 20° C. 2, bei 8° 3 Volume Chlor, und wird Chlorwasser genannt, welches fast alle chemischen Eigenschaften des Chlors zeigt.
4. Brom	Br	80	3,18 bei Wasser als Einheit	rotbraune Flüssigkeit von höchst durchdringendem Geruche.	Findet sich in Verbindung mit Natrium und Magnesium in Meerwasser und Soolquellen, mit Silber im Bromit AgBr und Embolit AgCl, Br. Es erstarrt bei — 7,3° zu gelblichgrüner, metallisch glänzender, schuppiger Krystallmasse, ist als flüssiges Brom sehr flüchtig, dunkelbraune Dämpfe bildend und siedet bei 63° C.
5. Jod	J	126,5	4,95	rhombisch, eisenschwarz, metallisch glänzend, riecht ähnlich wie Chlor.	Findet sich wie das Brom im Meerwasser und einigen Mineralquellen, auch in Verbindung mit Silber oder Mercur, aber sehr selten. Bei 113° zu dunkelbrauner Flüssigkeit schmelzbar, siedet bei nahe 200°, dunkelvioletten Dampf bildend. In Wasser wenig, in Alkohol leichter löslich.
6. Sauerstoff	O	16	1,1056 bei Luft = 1.	farbloses Gas ohne Geruch und Geschmack, verdichtet sich bei — 130° unter dem Druck von 470 Atmosphären zu einer durchsichtigen Flüssigkeit.	Findet sich unverbunden im konstanten Gemenge mit Stickstoff die Luft bildend, welche 21 Volume Sauerstoff und 79 Volume Stickstoff, oder 23 Prozent Sauerstoff und 77 Prozent Stickstoff enthält, außerdem als wesentlicher Bestandteil der Mehrzahl der Minerale; verbindet sich mit allen Elementen mit Ausnahme des Fluor.
7. Schwefel	S	32	2,05 1,96	rhombisch monoklin gelb, unmetallisch, löslich in Schwefelkohlenstoff; der rhombische schmilzt bei 113°, der monokline bei 120°.	Findet sich reichlich als rhombischer krystallisiert, krystallinisch, dicht bis erdig; bildet in Verbindung mit Metallen viele Minerale, größtenteils mit metallischem Aussehen. In Verbindung mit Sauerstoff bildet er das Schwefeltrioxyd SO_3, den Bestandteil zahlreicher zum Teil häufig vorkommender Minerale, das gasige Schwefeldioxyd SO_2, mit Wasserstoff den gasigen Schwefelwasserstoff H_2S.
8. Selen	Se	78,9	4,8 4,28 4,26	krystallinisch, dunkelgrau, metallisch, amorph, glasig, schwarz, amorph, rotbraunes Pulver.	Findet sich in Verbindung mit verschiedenen Metallen, wie Blei, Silber, Kupfer, Mercur u. a., ähnlich wie der Schwefel, aber selten. Verbrennt an der Luft mit rötlichblauer Farbe, einen eigentümlichen an Rettig erinnernden Geruch verbreitend zu Selendioxyd SeO_2.
9. Tellur	Te	126,3	6,25	hexagonal, silberweiß, metallisch glänzend.	Findet sich sehr selten für sich oder in Verbindung mit Metallen wie Gold, Silber, Blei und Wismut; an der Luft erhitzt verbrennbar mit blaugrüner Flamme zu Tellurdioxyd TeO_2.
10. Stickstoff	N	14	0,9696 bei Luft = 1.	farbloses Gas ohne Geruch und Geschmack.	Findet sich unverbunden im konstanten Gemenge mit Sauerstoff die Luft bildend, in Verbindung mit Sauerstoff N_2O_5, mit Wasserstoff als NH_3 das Ammoniak, oder als NH_4 das Ammonium bildend, welches letztere als Am bezeichnet in Verbindung mit Sauerstoff Am_2O wie Alkalien auftritt. Nicht entzündlich und das Verbrennen nicht unterhaltend.

Name.	Zeichen	Atom-Gew.	Spez. Gew.	Äußere Eigenschaften	Andere Eigenschaften und Vorkommen.
11. Phosphor	P	31	1,83 bei Wasser=1 2,14	regulär, dicht, blaßgelb, durchscheinend weich, im Dunkeln leuchtend, amorph, rotes Pulver, nicht leuchtend, an der Luft unveränderlich.	Findet sich in Verbindung mit Sauerstoff, das Phosphorpentoxyd (das Phosphorsäure-Anhydrid) P_2O_5 bildend, welches mit verschiedenen Oxyden, wie Kalkerde (im Apatit), Bleioxyd (im Pyromorphit), Eisen- und Manganoxydul oder Oxyd, Kupferoxyd, Thonerde u. a., verbunden zahlreiche, zum Teil häufig vorkommende Minerale bildet. Der krystallinische schmilzt unter Wasser bei 44° und siedet bei 290°, ist in Schwefelkohlenstoff löslich, der amorphe unlöslich, schmilzt nicht in der Rotglut.
12. Arsen	As	75	5,7 4,71	hexagonal, stahlgrau metallisch glänzend, spröde. amorph, dicht, schwarz, fast glanzlos.	Findet sich für sich sparsam, dagegen häufiger in Verbindung mit Metallen, wie Eisen, Nickel, Kobalt, Kupfer; mit Schwefel, das Realgar AsS und das Auripigment As_2S_3 bildend; auch als As_2S_3 in Verbindung mit Schwefelmetallen in zahlreichen Mineralen. Die Sauerstoffverbindung As_2O_5 bildet wie die analoge des Phosphors mit Oxyden verschiedene Minerale. Verflüchtigt sich bei 180° ohne zu schmelzen, verbrennt auf Kohle erhitzt mit bläulicher Flamme, knoblauchartigen Geruch verbreitend.
13. Antimon	Sb	120°	6,715	hexagonal, silberweiß, metallisch glänzend, spröde.	Findet sich wie Arsen für sich und mit Metallen in Verbindung, bildet mit Schwefel als Sb_2S_3 den reichlich vorkommenden Antimonit und zahlreiche Minerale, welche Verbindungen von Sb_2S_3 mit Schwefelmetallen darstellen. Selten mit Sauerstoff verbunden das Antimonoxyd As_2O_3 und das Antimonsäure-Anhydrid Sb_2O_5 und dieses analog der entsprechenden Arsenverbindung mit anderen Oxyden einige Minerale. Es schmilzt bei 450°, verbrennt beim Erhitzen mit bläulicher Flamme, weiße Dämpfe von Antimonoxyd Sb_2O_3 bildend. In Chlorwasserstoffsäure ist es unlöslich und wird durch N_2O_5 zu Sb_2O_3 oxydiert.
14. Wismut	Bi	207,5	9,9	hexagonal, rötlichsilberweiß, metallisch glänzend, spröde.	Findet sich für sich, bildet mit Schwefel den Bismuthin Bi_2S_3 und durch diese Verbindung einige Minerale in Verbindung mit Schwefelmetallen. Selten findet er sich als Tellurwismut und Wismutoxyd, das letztere in Verbindung mit Silicium- und Kohlendioxyd. Es schmilzt bei 267°, verbrennt erhitzt zu Wismutoxyd Bi_2O_3, verdampft beim Erhitzen auf Kohle und beschlägt diese durch jene weiß. Ist in Chlorwasserstoffsäure unlöslich, leicht löslich in Salpetersäure.
15. Kohlenstoff	C	12	3,5 2,25	regulär, unmetallisch farblos, gefärbt H. = 10. hexagonal, metallisch, eisenschwarz H. = 1.	Findet sich als Diamant regulär, als Graphit hexagonal, in Verbindung mit Sauerstoff als Kohlendioxyd CO_2 und dieses in Verbindung mit Oxyden, wie CaO, MgO, FeO, MnO u. a. m. sogen. Carbonate bildend. Ferner findet er sich in wechselnder Verbindung mit Sauer-, Wasser- und wenig Stickstoff überaus reichlich die als Anthracit, Schwarz- und Braunkohle und Torf genannten vegetabilischen Ablagerungen bildend, mit Wasserstoff reichlich als Naphtha u. a. sogen. Harze, ähnlich auch mit Wasser- und Sauerstoff. Verbrennt in sehr hoher Hitze zu Kohlendioxyd CO_2.
16. Silicium	Si	28	2,49	regulär, glänzend schwarz, sehr hart, amorph, glanzlos, braunes erdiges Pulver.	Das krystallinische Silicium wird beim Glühen an der Luft oder in Sauerstoff nicht verändert, von Säuren nicht angegriffen, während das amorphe an der Luft zu Siliciumdioxyd SiO_2 verbrennt. Dieses findet sich für sich, den weitverbreiteten Quarz und den Tridymit bildend, in Verbindung mit Wasser als Opal und in Verbindung mit den verschiedensten Oxyden die überaus zahlreichen Silikate bildend, darunter viele wasserhaltige. Hierdurch ist es nächst dem Sauerstoff das verbreitetste Element in unserer Erde, welches aber nie für sich vorkommt.
17 Titan	Ti	50		grau, metallisches Pulver.	Bildet mit Sauerstoff das Titandioxyd, welches für sich als Rutil, Anatas und Brookit vorkommt, in Verbindung mit verschiedenen Oxyden Titanate bildet, zum Teil zugleich mit SiO_2 wie im Titanit. Verbrennt beim Erhitzen an der Luft zu TiO_2 und zersetzt beim Kochen das Wasser.

Name.	Zeichen	Atom-Gew.	Spez. Gew.	Äußere Eigenschaften	Andere Eigenschaften und Vorkommen.
18. Germanium	Ge	72,3			1886 von Cl. Winkler im Argyrodit von Freiberg in Sachsen entdeckt, die Verbindung $3\ Ag_2S \cdot GeS_2$ darstellend.
19. Zirkonium	Zr	90,4	4,15	krystallinische, metallische, schwarze Blättchen; amorph als schwarz. Pulver.	Verbrennt an der Luft erhitzt mit starkem Licht zu ZrO_2, welches Zirkondioxyd zugleich mit Siliciumdioxyd den Zirkon bildet, $ZrO_2 + SiO_2$ und noch in einigen seltenen Mineralen vorkommt.
20. Zinn	Sn	117,35	7,3	quadratisch, fast silberweiß, metallisch, weich, sehr dehnbar.	Wird bei 200° spröde, schmilzt bei 228°, verbrennt an der Luft erhitzt mit starkem weißem Licht zu Zinndioxyd SnO_2, welches als Mineral das Zinnerz (den Kassiterit) bildet. Mit Schwefel verbunden als SnS_2 kommt es im Stannin und wenigen anderen Mineralen vor; sehr selten als Metall für sich.
21. Blei	Pb	206,4	11,37	regulär, bläulichweiß, metallisch, sehr weich und dehnbar.	Findet sich sehr selten für sich, häufig und reichlich mit Schwefel zu PbS verbunden als Bleiglanz (Galenit) und in Verbindung mit anderen Sulfiden. In Verbindung mit Sauerstoff als Bleioxyd PbO findet es sich mit CO_2, SO_3, P_2O_5, Sb_2O_5, CrO_3 u. a. zum Teil reichlich vorkommende Minerale bildend, auch mit Chlor. Schmilzt bei 325° und verbrennt an der Luft erhitzt zu PbO, löst sich leicht in Salpetersäure zu Bleinitrat.
22. Thorium	Th	232	7,7	dunkelgraues Pulver.	Verbrennt an der Luft zu Thoriumdioxyd ThO_2, welches im Orangit und einigen anderen seltenen Mineralen vorkommt, meist in Silikaten.
23. Bor	B	10,9	2,63	quadratisch, diamantglänzend, durchsichtig, farblos oder farbig, sehr hart; amorph, grünlichbraunes Pulver.	Das krystallinische Bor oxydiert sich nicht beim Glühen und wird von Säuren nur wenig angegriffen; das amorphe verbrennt an der Luft erhitzt mit starkem Glanze zu B_2O_3 und wird in Salpeter- und Schwefelsäure zu B_2O_3 oxydiert. Diese Verbindung bildet mit anderen Oxyden verschiedene Minerale, wie den Borax, Boracit, Datolith, Danburit u. a. m.
24. Aluminium	Al	27	2,56	silberweiß, metallisch, sehr dehnbar.	Verändert sich, selbst beim Erhitzen an der Luft, sehr wenig und schmilzt bei Rotglut; im Sauerstoffstrom erhitzt verbrennen dünne Blättchen mit hellem Licht zu Al_2O_3 Thonerde. Löst sich leicht in Chlorwasserstoffsäure, beim Kochen in Schwefelsäure, nicht in Salpetersäure. Thonerde findet sich für sich als Korund, als Hydrat den Diaspor, Hydrargillit und Beauxit bildend, am meisten verbreitet in vielen Verbindungen, besonders in Silikaten, auch Phorphaten, Sulfaten u. a. Die Fluorverbindung AlF_3 oder Al_2F_6 kommt im Kryolith u. a. Mineralen vor.
25. Scandium	Sc	44			Das Oxyd Sc_2O_3 findet sich in wenigen Mineralen, wie im Euxenit und Gadolinit.
26. Gallium	Ga	69,9	5,9	weiß, hart.	Schmilzt bei 29,5° und wurde in einer Zinkblende 1875 von Lecoq de Boisbaudran entdeckt.
27. Yttrium	Y	89,6			Das Oxyd Y_2O_3 findet sich im Xenotim $Y_2O_3 \cdot P_2O_5$ und einigen Silikaten wie im Gadolinit.
28. Indium	In	113,4	7,42	silberweiß, weich, zähe, metallisch.	Schmilzt bei 176° und destilliert bei Weißglut, verändert sich nicht an der Luft; erhitzt verbrennt es mit blauer Flamme zu In_2O_3. Findet sich selten als Sulfid In_2S_3 in Zinkblende von Freiberg und vom Harz.
29. Lanthan	La	138,5	6,16	stahlgrau, metallisch	Oxydiert sich an der Luft und verbrennt in einer Flamme mit hellem Licht. Das Oxyd La_2O_3 findet sich im Lanthanit in Verbindung mit CO_2 und Wasser, auch in einigen cerhaltigen Mineralen.
30. Cerium	Ce	141,4	6,72	stahlgrau, metallisch hart.	In gewöhnlicher Temperatur beständiger als La, verbrennt aber leichter. Das Oxyd Ce_2O_3 findet sich in einigen Silikaten, Phosphaten und Carbonaten, wie im Cerit, Allanit, Monacit, Kryptolith, Parisit, Bastnäsit. Fluorcerium enthält der Fluocerit u. a.

Name.	Zeichen	Atom-Gew.	Spez. Gew.	Äußere Eigenschaften.	Andere Eigenschaften und Vorkommen.
31. Didym	Di	145	6,54	ähnlich dem Lanthan, aber etwas gelblich.	Oxydiert sich an der Luft und verbrennt mit hellem Licht. Das Oxyd Di_2O_3 findet sich gewöhnlich mit Lanthan- und Ceroxyd.
32. Erbium 33. Ytterbium	Eb Yb	166 172			Die Oxyde Eb_2O_3 und Yb_2O_3 finden sich in wenigen seltenen Mineralen, wie im Euxenit und Gadolinit.
34. Thallium	Tl	203,7	11,8	weiß, metallisch, sehr weich.	Schmilzt bei 290° und destilliert in der Weißglut. Oxydiert sich sehr rasch in feuchter Luft, verbrennt an der Luft erhitzt mit schöner grüner Flamme, ist leicht löslich in Schwefel- oder in Salpetersäure. Findet sich in manchem Pyrit und Sphalerit sparsam, als Tl_2S reichlich im Crookesit genannten Selenkupfer von Skrikerum in Schweden.
35. Beryllium	Be	9,08	2,1	weiß, metallisch, dehnbar.	Wird bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft nicht oxydiert, verbrennt erhitzt mit hellem Licht, wenn es fein verteilt ist. Löst sich leicht unter Ausscheidung von Wasserstoff in Kali- oder Natronlauge. Mit Sauerstoff verbunden bildet es die Beryllerde BeO, welche im Beryll, Chrysoberyll, Euklas, Phenakit u. a. enthalten ist.
36. Magnesium	Mg	24	1,75	fast silberweiß, stark metallisch glänzend, dehnbar.	Schmilzt bei dunkler und destilliert bei heller Rotglut, verbrennt an der Luft erhitzt mit hellem weißem Lichte zu Magnesia (Bittererde) MgO. Diese bildet für sich den seltenen regulären Periklas und findet sich sehr häufig als Bestandteil von Silikaten (Olivin, Enstatit, Serpentin u. a.), von Carbonaten (Magnesit, Dolomit u. a.), von Sulfaten (z. B. Bittersalz) u. a. m.
37. Calcium	Ca	39,91	1,55 —1,6	gelb, metallisch glänzend, geschmeidig.	Ziemlich beständig in trockener Luft, in feuchter bedeckt es sich mit einer Schichte von Calciumhydroxyd. Zersetzt das Wasser ziemlich energisch, schmilzt bei Rotglut und verbrennt an der Luft erhitzt mit hellleuchtendem gelbem Licht zu Kalkerde CaO. Diese ist in Verbindungen außerordentlich verbreitet, bildet mit CO_2 den Kalk (Calcit) und Aragonit, mit SO_3 den Anhydrit, mit SO_3 und H_2O den Gyps, mit P_2O_5 den Apatit und findet sich oft in Silikaten. Fluorcalcium CaF_2 ist der häufig vorkommende Fluorit.
38. Strontium	Sr	87,3	2,5	messinggelb, metallisch glänzend.	Oxydiert sich an der Luft und verbrennt erhitzt mit heller Flamme zu Strontia, Strontianerde SrO. Zersetzt das Wasser bei gewöhnlicher Temperatur. SrO findet sich besonders im Cölestin $SrO.SO_3$ und im Strontianit $SrO.CO_2$ und färbt beim Schmelzen derselben vor dem Lötrohre die Flamme purpurrot.
39. Baryum	Ba	136,9	3,6	hellgelb, metallisch glänzend.	Schmelzbar bei Rotglut, oxydiert sich rasch an der Luft, zersetzt das Wasser bei gewöhnlicher Temperatur energisch. Das Oxyd BaO, die Baryterde, findet sich im reichlich vorkommenden Baryt mit SO_3 verbunden, im Witherit mit CO_2 und einigen anderen Mineralen.
40. Mangan	Mn	54,8	7,2	grauweiß, metallisch sehr hart.	Schwer schmelzbar, oxydiert sich in feuchter Luft, zersetzt das Wasser beim Kochen. Findet sich sehr häufig in Verbindung mit Sauerstoff, als Manganoxydul MnO in Carbonaten, Silikaten u. a. als Manganoxyd Mn_2O_3 für sich den Braunit bildend, als Manganhyperoxyd MnO_2 den Polianit und Pyrolusit bildend, als Manganoxydoxydul $MnO . Mn_2O_3$ (Hausmannit), als Manganoxydhydrat $H_2O . Mn_2O_3$ (Manganit) u. s. w. Mit Schwefel verbunden bildet es den Alabandin MnS und Hauerit MnS_2.
41. Eisen	Fe	56	7,6 — 8,0	regulär, grau, metallisch, verschieden in der Härte nach der Darstellung; magnetisch.	Nach der Darstellung unterschieden als Gußeisen (spez. Gew. = 7,1) mit 3—6 % Kohlenstoff, als Stahl (sp. G. 7,6—8,0) mit 0,8—1,8 % Kohlenstoff und als Schmiedeeisen (sp. G. = 7,6) mit 0,2—0,6 % Kohlenstoff. Schmilzt als Gußeisen bei 1200, als Stahl bei 1400 und als Schmiedeeisen bei 1500°. Als Metall für sich sehr selten, sehr verbreitet und in großer Menge in Verbindung mit Sauerstoff als Eisenoxyd Fe_2O_3 (Hämatit), als Eisenoxydul $FeO . Fe_2O_3$ (Magneteisenerz) und als Oxydhydrat. Das Eisenoxydul FeO

Name.	Zeichen	Atom-Gew.	Spez. Gew.	Äußere Eigenschaften.	Andere Eigenschaften und Vorkommen.
					in zahlreichen Mineralen in Verbindungen, Silikaten, Carbonaten, Sulfaten, Phorphaten u. a. Auch mit Schwefel, FeS_2 sehr reichlich als Pyrit, weniger als Markasit, FeS als Pyrrhotin und diese mit anderen Schwefelverbindungen, auch mit Arsen (s. Meteoreisen).
42. Nickel	Ni	58,6	8,8 — 9,1	fast silberweiß, stark glänzend, sehr zähe, magnetisch.	Schmilzt etwas leichter als Eisen, ist an der Luft unveränderlich, sehr leicht löslich in Salpetersäure. Findet sich als Metall nur im Meteoreisen, in Verbindung mit Schwefel, Arsen oder Antimon nicht häufig, mit Sauerstoff als NiO in einigen Mineralen; NiO für sich krystallisiert regulär und bildet den sehr seltenen Bunsenit.
43. Kobalt	Co	58,6	8,9	rötlichweiß, stark glänzend, sehr zähe, magnetisch.	Schwer schmelzbar, an der Luft beständig, leicht löslich in Salpetersäure. Findet sich nur in Verbindungen, ähnlich wie Nickel, mit Schwefel, Arsen oder Antimon, mit Sauerstoff als CoO in wenigen Mineralen.
44. Zink	Zn	64,88	7,0 — 7,2	hexagonal, bläulichweiß, metallisch, spröde.	Bei 100—150° erwärmt wird es geschmeidig, bei 200° wird es wieder spröde, bei 412° schmilzt es und destilliert bei nahe 1000°. An der Luft erhitzt verbrennt es mit intensivem bläulichweißem Licht zu Zinkoxyd ZnO. In verdünnten Säuren wird es leicht gelöst, in Kali- und Natronlauge unter Entwicklung von Wasserstoff. Mit CO_2 bildet das Zinkoxyd den Zinkspat, mit SiO_2 den Willemit, mit SiO_2 und H_2O den Hemimorphit. Häufig findet sich auch das Schwefelzink ZnS, die Zinkblende.
45. Cadmium	Cd	111,7	8,6	fast silberweiß, metallisch, zähe, ziemlich weich.	Schmilzt bei 315° und siedet bei 860°; an der Luft verändert es sich nur wenig, erhitzt verbrennt es unter Bildung eines braunen Rauches von Cadmiumoxyd CdO. Mit Schwefel bildet es das Greenockit genannte Mineral CdS; CdO findet sich in Mineralen neben ZnO.
46. Lithium	Li	7	0,59	silberweiß, metallisch, weich und dehnbar.	Zersetzt das Wasser bei gewöhnlicher Temperatur, schmilzt bei 180° und verbrennt mit intensivem weißem Lichte. Findet sich in einigen Silikaten, wie im Petalit, Spodumen und Lithionglimmer, auch in Phosphaten, wie im Triphyllin, überhaupt selten und in geringer Menge.
47. Natrium	Na	23	0,97	silberweiß, metallisch, weich und knetbar.	Oxydiert leicht an der Luft und zersetzt das Wasser schon in der Kälte, schmilzt bei 96°, destilliert in der Rotglut und bildet farblosen Dampf, welcher an der Luft mit hellgelber Farbe brennt. Findet sich mit Chlor verbunden als Steinsalz sehr häufig und in großer Menge, als solches aufgelöst im Meerwasser und in Soolquellen. Das Natron (Natriumoxyd) Na_2O findet sich in vielen Silikaten, einigen Carbonaten, Sulfaten und Boraten und bildet mit N_2O_5 den Nitratin oder Natronsalpeter $Na_2O . N_2O_5$
48. Kalium	K	39	0,86	silberweiß, metallisch, weich und knetbar.	Oxydiert sich rasch an der Luft, zersetzt energisch das Wasser, schmilzt bei 62,5° und bildet bei Rotglut grünlichen Dampf. Erhitzt verbrennt es mit violetter Flamme. Das Oxyd K_2O, das Kali findet sich sehr verbreitet in Silikaten wie im Orthoklas und Muskovit u. a., mit N_2O_5 bildet es den Kalisalpeter $K_2O . N_2O_5$, als KCl den Sylvin.
49. Rubidium	Rb	85,2	1,52	gelblichweiß, metallisch.	Schmilzt bei 38,5°, sein Dampf ist grünlichblau. Findet sich in sehr geringen Mengen in einigen Mineralen, z. B. im Lepidolith 0,5 % oft nur in Spuren.
50. Cäsium	Cs	132,7			Ist für sich nicht dargestellt, sondern nur mit Mercur legiert erhalten worden. Das Oxyd Cs_2O ist reichlich im seltenen Pollux gefunden worden, einem wasserhaltigen Silikat mit Thonerde.

Name.	Zeichen	Atom-Gew.	Spez. Gew.	Äußere Eigenschaften.	Andere Eigenschaften und Vorkommen.
51. Kupfer	Cu	63,18	8,9	regulär, rot, metallisch, ziemlich weich und dehnbar.	Schmilzt bei 1050°, bleibt in trockener Luft unverändert, bedeckt sich in feuchter allmählich mit Grünspan (Kupfercarbonat), oxydiert sich beim Erhitzen zu schwarzem Kupferoxyd CuO. Findet sich als Metall, in Verbindung mit Sauerstoff als Kupferoxydul Cu_2O (Cuprit) und als Oxyd (Tenorit), das Oxyd CuO in vielen Mineralen; ferner in Verbindung mit Schwefel als Chalkosin Cu_2S und Covellin CuS, auch Cu_2S in Verbindung mit anderen Schwefelverbindungen. Selten findet sich Arsenkupfer.
52. Silber	Ag	107,66	10,5	regulär, weiß, metallisch, weich und sehr dehnbar.	Schmilzt bei 954° und bildet in der Knallgasflamme grünlichen Dampf; wird durch Sauerstoff nicht oxydiert. Findet sich für sich oder in Verbindung mit Schwefel, als Ag_2S den Argentit und Akanthit bildend, dieses auch mit anderen Schwefelmetallen, ferner findet sich auch Silber in Verbindung mit Selen, Tellur, Antimon, Chlor, Brom und Jod.
53. Gold	Au	196,2	19,3	regulär, gelb, metallisch, weich und dehnbarer als alle anderen Metalle.	Schmilzt bei 1035° zu einer grünlichen Flüssigkeit, wird durch Sauerstoff selbst nicht beim Glühen verändert, wird von Säuren nicht angegriffen, nur in Königswasser, einem Gemenge von Salpeter- und Salzsäure gelöst, Goldchlorid bildend, $AuCl_3$, das Gold aus der Lösung durch die meisten Metalle und andere Reduktionsmittel als dunkelbraunes Pulver gefällt. Findet sich für sich, aber selten rein, meist mit Silber legiert, auch in Verbindung mit Mercur und Tellur.
54. Mercur	Hg	199,8	13,59	tropfbar, silberweiß metallisch.	Erstarrt bei — 40° und bildet Oktaeder; verdampft bei mittlerer Temperatur und siedet bei 360°, verändert sich bei gewöhnlicher Temperatur nicht an der Luft. Findet sich selten für sich, meist in Verbindung mit Schwefel, den Zinnober HgS bildend, als Amalgam mit Silber und Gold, selten in Verbindung mit Selen, Chlor und Jod.
55. Chrom	Cr	52,4	6,8	krystallinisches, graues, metallisch glänzendes, sehr hartes Pulver.	Aeußerst schwer schmelzbar, an der Luft erhitzt oxydiert es sich zu Chromoxyd Cr_2O_3, in Sauerstoff geglüht verbrennt es mit hellem Lichte. In Chlorwasserstoffsäure und warmer verdünnter Schwefelsäure leicht löslich, Wasserstoff ausscheidend; unveränderlich in Salpetersäure. Chromoxyd findet sich im Chromit, Chromsäure CrO_3 in wenigen Mineralen, wie im Krokoit, Phönicit und Vauquelinit.
56. Molybdän	Mo	95,9	8,6	silberweiß, metallisch, sehr hart.	Schwerer schmelzbar als Platin, an der Luft geglüht oxydiert es sich zu Molybdäntrioxyd MoO_3, welches mit PbO den Wulfenit bildet. Mit Schwefel verbunden findet es sich als Molybdänit MoS_2.
57. Wolfram	W	183,6	16,6	graulichgelb, metallisch, sehr hart.	Schwer schmelzbar, verbrennt an der Luft erhitzt zu Wolframtrioxyd WO_3, welches mit CaO verbunden den Scheelit, mit PbO den Stolzit und mit FeO und MnO den Wolframit bildet.
58. Uran	U	239,8	18,3	stahlgrau, metallisch, dehnbar, hart.	Beim Erhitzen an der Luft verbrennt es zu Uranoxydoxydul $UO_2 . 2UO_3$, welches das seltene Uranin genannte Mineral bildet. Auch findet es sich in einigen Sulfaten, Phosphaten und Arseniaten.
59. Vanadium Vanadin	V	51,1	5,3	graulichweißes metallisches Pulver.	Schwer schmelzbar, verbrennt an der Luft erhitzt zu Vanadiumpentoxyd V_2O_5, welches selten vorkommend mit PbO den Vanadinit bildet und im Dechenit und Volborthit enthalten ist.
60. Niobium Niob 61. Tantal	Nb Ta	93,7 182			Die Sauerstoffverbindungen derselben, Nb_2O_5 und Ta_2O_5 finden sich in wenigen seltenen Mineralen, wie im Niobit und Tantalit mit FeO und MnO, im Fergusonit und Yttrotantalit mit Y_2O_3.
62. Ruthenium	Ru	103,5	12,26	stahlgrau, metallisch, hart, spröde.	Sehr schwer schmelzbar (gegen 1800°); oxydiert sich als Pulver geglüht zu RuO und Ru_2O_3. Ist in Säuren unlöslich, schwierig löslich in Königswasser. Findet sich spärlich in Platin und Osmium-Iridium, bildet mit Schwefel als Ru_2S_3 das seltene Laurit genannte Mineral, welches lose im Platin führenden Sande auf Borneo und im Staate Oregon in Nordamerika vorkommt.

Name.	Zeichen	Atom-Gew.	Spez. Gew.	Äußere Eigenschaften.	Andere Eigenschaften und Vorkommen.
63. Rhodium	Rh	104,1	12,1	fast silberweiß, metallisch, hart.	Sehr schwer schmelzbar, in Säuren unlöslich, dagegen wenn es mit Platin legiert ist, in Königswasser löslich, eine rosenrote Lösung bildend. Findet sich selten im Platin und den verwandten Metallen.
64. Palladium	Pd	106,2	11,8	regulär und hexagonal, silberweiß, metallisch, weich, geschmeidig.	Etwas leichter schmelzbar als Platin (gegen 1500°). Beim Glühen an der Luft wird es durch Oxydation matt, in höherer Temperatur wieder metallisch glänzend. Findet sich sehr sparsam für sich oder mit Platin und den verwandten Metallen, mit Gold legiert in Brasilien und in einigen Selenverbindungen am Harz.
65. Iridium	Ir	192,5	22,38	regulär, fast silberweiß, metallisch, hart.	Schmilzt bei 1950°, in Säuren unlöslich, mit Platin legiert in Königswasser löslich. Findet sich sparsam für sich oder mit Platin legiert, desgleichen mit Osmium.
66. Platin	Pt	194,4	21,4	regulär, metallisch, graulichweiß, sehr zähe u. geschmeidig.	In starker Hitze erweicht es ohne zu schmelzen und läßt sich dann leicht schweißen, im Knallgasgebläse schmilzt es (gegen 1770°) und ist etwas flüchtig. Beim Schmelzen absorbiert es Sauerstoff, welchen es beim Erkalten wieder abgibt. Auch bei gewöhnlicher Temperatur kondensiert es auf seiner Oberfläche Sauerstoff, namentlich in fein verteiltem Zustande als Platinmoor oder Platinschwamm. Nur in Königswasser löslich, die Lösung bräunlichgelb durch Platinchlorid. Findet sich nicht rein, sondern nur legiert mit anderen Metallen, wie Iridium, Osmium, Rhodium, Ruthenium, Eisen u. a.
67. Osmium	Os	195	22,4	graulichweiß, metallisch, als Pulver schwarz.	Selbst im Knallgasgebläse nicht schmelzbar (schmilzt nach Violle bei 2500°). Als feines Pulver geglüht oxydiert es zu OsO_4 mit stechendem Geruch. Findet sich mit Platin und Iridium legiert.

Beschreibung der Minerale.

Da für dieses Buch nur der Zweck vorlag, die wichtigsten Minerale zu beschreiben und durch die beifolgenden Abbildungen zur Anschauung zu bringen, insoweit dies überhaupt durch Abbildungen möglich ist, so ist vorerst zu bemerken, daß die Minerale nach ihren Eigenschaften von einander unterscheidbar sind und es wurden deshalb in der Einleitung die Eigenschaften nach ihrer dreifachen Richtung angegeben.

Vergleicht man aber die Minerale als die natürlichen unorganischen Körper, welche die Erdkruste bilden, im allgemeinen mit den natürlichen organischen Körpern, den Tieren und Pflanzen, so ersieht man sofort, daß die Minerale bei ihrer großen Verschiedenheit viele Arten bilden und daß innerhalb der Arten noch Unterarten und Varietäten zu unterscheiden sind, sowie daß auch die Arten nach gewissen verwandtschaftlichen Verhältnissen in Gruppen vereinigt werden können.

Jedes einzelne Mineral, sei es ein einzelner Krystall, eine krystallinische Masse oder ein Stück unkrystallinischer Gestaltung, ein Spaltungsstück oder ein Bruchstück u. s. w. läßt, wenn man es als einzelnes beschreiben will, gewisse Gestaltsverhältnisse erkennen, hat gewisse physikalische Eigenschaften und seine Substanz läßt ermitteln, ob es einen sogen. Grundstoff darstellt oder eine bestimmte chemische Verbindung. Vergleicht man nun einzelne Minerale miteinander, um zu entscheiden, ob sie zu derselben Art zu rechnen sind, so müssen die krystallinischen Gestalten, wenn überhaupt solche zu sehen sind, in einem bestimmten Zusammenhange mit einander stehen, während unkrystallinische Gestalten auf die Bestimmung der Art keinen Einfluß haben.

Bei den physikalischen Eigenschaften ist wesentlich die Uebereinstimmung in der Härte und dem spezifischen Gewicht, sowie in den Spaltungsflächen zu berücksichtigen, während die an sich sehr wichtigen optischen Eigenschaften, insoweit sie nicht mit durch die Krystallisation bedingt werden, bei den einzelnen zu einer Art gehörigen Mineralen mannigfache sein können. In der Regel ist hierbei nur das Aussehen, der durch Farbe, Glanz und Durchsichtigkeitsverhältnisse hervorgerufene Totaleindruck im allgemeinen bei den Gliedern einer Art insofern übereinstimmend, als dasselbe ein metallisches oder unmetallisches ist, doch gibt es auch einzelne Ausnahmen, bei denen einzelne Vorkommnisse, die man zu einer Art aus anderen Gründen rechnet, metallisches, andere unmetallisches Aussehen haben.

Bezüglich der chemischen Beschaffenheit aber müssen die zu einer Art gehörigen einzelnen Minerale substantiell gleich sein, ihre chemische Konstitution durch dieselbe Formel auszudrücken sein. Deshalb sind auch die chemischen Reaktionen, welche von den in der Formel gegebenen Stoffen abhängen, bei den Gliedern einer Art übereinstimmend. Oft dagegen sind außer den in der Formel angegebenen Stoffen noch andere in relativ geringen Mengen vorhanden, welche bei der chemischen Untersuchung gefunden werden und auf zweierlei Weise erklärlich sind. Gewisse Mengen nämlich anderer Stoffe sind infolge des Vorkommens als Beimengungen aufzufassen, wie z. B. das als Quarz vorkommende Siliciumdioxyd SiO_2 rotes pulverulentes Eisenoxyd als Beimengung enthält, wodurch solcher Quarz rot gefärbt erscheint und als Varietät roter Eisenkiesel genannt wird. Solche Beimengungen kommen sehr häufig vor und können sehr verschiedenartige sein. Andererseits kommen bei vielen Arten relativ geringe Mengen anderer Stoffe vor, welche als sogenannte stellvertretende Bestandteile aufgefaßt und nicht in die Formel aufgenommen werden, welche die wesentliche chemische Konstitution ausdrückt. So ist z. B. die Formel der Calcit oder Kalk genannten Mineralart $CaO.CO_2$ und es werden neben dem Calciumcarbonat in einzelnen Vorkommnissen desselben wechselnde

Mengen von Magnesiumcarbonat $MgO \cdot CO_2$ gefunden, welche als stellvertretender Stoff vorhanden sind.

Die so durch ihre wesentlichen Eigenschaften zu bestimmenden Arten der Minerale sind sehr zahlreich und werden ähnlich wie die Arten der Tiere und Pflanzen nach gewissen Eigenschaften in Gruppen vereinigt, in solchen Gruppen neben einander geordnet und die Gruppen selbst wieder geordnet, wodurch sehr verschiedene Mineralsysteme entstanden sind, wie die verschiedenen Lehrbücher der Mineralogie zeigen. Hier dagegen wird keines dieser wissenschaftlichen Systeme zu Grunde gelegt, sondern es sind die einzelnen zu beschreibenden Minerale in Gruppen zusammengestellt, welche aus diesem oder jenem Grunde gebildet es ermöglichen, die Verwandtschaft der in ihnen enthaltenen Minerale leicht zu erkennen. Solche sind die nachfolgenden:

I. Die Edelsteine, Hartsteine oder Gemmen.

Als Edelsteine wurden schon seit den ältesten Zeiten Minerale verwendet, welche sich der Mehrzahl nach durch hohe Härte (H. = 7—10), daher auch Hartsteine, Sklerolithe oder Sklerite, von dem griechischen Worte skleros, hart, genannt auszeichneten, nebenbei auch durch schöne Farben, Glanz, Durchsichtigkeit und Polierfähigkeit. Da jedoch auch minder harte wegen ihren schönen Farben als Schmucksteine gebraucht werden, so sind einige solche den Edelsteinen beigefügt worden, ohne daß auf die Trennung der Edelsteine und Halbedelsteine und auf die Verwendung solcher als Schmucksteine überhaupt näher eingegangen wird. Nebenbei ist auch zu bemerken, daß nicht alle Vorkommnisse der hier unter der Rubrik Edelsteine beschriebenen Mineralarten als Schmuck- und Edelsteine dienen, sondern nur gewisse schöne Värietäten, während die einzelnen Arten mit ihrem ganzen Inhalte von Varietäten beschrieben werden.

Der chemischen Konstitution nach sind sie sehr verschieden, der Diamant ist Kohlenstoff, also ein Element, der Korund, wozu der Rubin und Sapphir gehören, ist Aluminiumoxyd Al_2O_3, der Quarz, wozu der Bergkrystall, der Amethyst, der Calcedon und die Achate gehören, ist Siliciumdioxyd SiO_2, die anderen sind zusammengesetzte Sauerstoffverbindungen verschiedener Art.

Die Farbe der meisten Edelsteine ist mehr zufällig als wesentlich und wenn auch bei der Mehrzahl gerade gewisse Farben sie schätzbar finden ließen, so werden einzelne auch in ihrem reinsten Zustande als farblose, wie der Diamant und Bergkrystall als Edelsteine benützt. Die hohe Härte bedingt bei einzelnen auch andere Verwendung, wie zum Gravieren und Bohren in weichere Steine oder in Glas, als Unterlage für Uhrenräder, als Schleif- und Poliermittel u. s. w. Die Spaltbarkeit ist auch bei einzelnen für die Bearbeitung förderlich.

Das Schleifen geschieht auf eisernen Scheiben, anfangs mittelst Schmirgel (einer Varietät des Korund), beim Diamant wird der Diamantspat genannte Korund, häufig auch Diamantpulver dazu verwendet. Das Polieren geschieht zuletzt mit fein geschlemmtem Eisenoxyd, Zinnasche, präpariertem Hirschhorn u. dergl.

Die künstlichen Schliffflächen oder Facetten werden stets so regelmäßig als möglich angelegt, um dem Steine eine schöne, der Verwendung entsprechende Form zu geben und die beste Einwirkung auf das Auge hervorzubringen. Je größer und reiner der Stein ist, desto mehr Flächen erhält er in der Regel, daher auch die Preise sich um so mehr erhöhen. Das Fassen geschieht bei den schönsten Steinen à jour, d. h. ohne Metallblechunterlage, die anderen erhalten eine solche und häufig wird eine Folie untergelegt.

Der Preis der Edelsteine ist nach der Art sehr verschieden und richtet sich im allgemeinen nach der Reinheit und Schönheit der Farben, nach der Art des Schliffes und der Größe. Die Größe wird nach dem Gewichte bestimmt, nach Karaten, und ein Karat ist etwa = 200 Milligramme. Am meisten geschätzt ist der Diamant, bei dem das Karat roh gegen 100 Mark berechnet wird, geschliffen ungefähr das Doppelte kostet. Größere Steine dagegen steigen im Preise mit dem Quadrat der Karatzahl. Auf den Diamant folgt der Rubin, Smaragd, Sapphir, Hyacinth, Edelopal u. s. w.

Diamant. (Taf. **III.** Fig. **1—5** rohe, Fig. **6—9** geschliffene Diamanten.)

Der Diamant kann an die Spitze der Edelsteine gestellt werden, weil er durch Härte, Glanz und Strahlenbrechung alle anderen übertrifft und deshalb von jeher am höchsten geschätzt wurde. Er findet sich gewöhnlich krystallisiert und zwar regulär; die Krystallflächen sind meist etwas konvex gekrümmt, jedoch nicht infolge von äußerer Einwirkung, sondern von ihrem Ursprunge an. (Fig. **1** Taf. **II.** zeigt z. B. ein Tetrakontaoktaeder, Fig. **4** Taf. **III.** ein Hexakistetraeder mit solcher Ausbildung.) Er bildet häufig Oktaeder (Fig. **1** Taf. **III.**), Rhombendodekaeder (Fig. **22** Taf. **I.**), Triakisoktaeder (Fig. **2** Taf. **III.**), Tetrakishexaeder (Fig. **20** Taf. **I.**), Tetrakontaoktaeder (Fig. **25** Taf. **I.**), selten Hexaeder (Fig. **16** Taf. **I.**), auch hemiedrische Gestalten wie das Tetraeder (Fig. **26** Taf. **I.**), Trigondodekaeder (Fig. **3** Taf. **III.**) und Hexakistetraeder. Die Krystallflächen sind oft auch rauh oder gestreift, untereinander unregelmäßig ausgedehnt und die Krystalle nicht selten dadurch verzerrt und mißgestaltet. Oft finden sich Zwillige nach O, Kontakt- und Penetrations-Zwillinge. Sehr selten sind lose kleine, selbst bis 1 Kilo schwere Bruchstücke feinkörniger derber Massen von bräunlichschwarzer Farbe (sogen. Carbonat der Steinschleifer aus der Provinz Bahia in Brasilien). Er ist vollkommen spaltbar parallel den Oktaederflächen, was besonders für die Diamantenschleifer von großer Wichtigkeit ist und hat muscheligen Bruch.

Der Diamant ist das härteste aller Minerale (H. = 10) und kann daher zum Ritzen, Gravieren und Bohren der minder harten Steine, zum Schneiden von Glas u. s. w. gebraucht werden, doch müssen Diamanten oder Splitter derselben, welche man zu solchen Zwecken gebrauchen will, wenigstens eine natürliche Ecke haben, weil angeschliffene Ecken sich leichter abnützen. Das spezifische Gewicht (die Eigenschwere) ist = 3,5—3,6. Er ist entweder farblos oder gefärbt, gelb, grün, blau, rosenrot, braun, grau bis schwarz; am meisten geschätzt sind die farblosen, rosenroten und blaßblauen, am wenigsten die braunen bis schwarzen und grauen. Er ist durchsichtig bis fast undurchsichtig und hat einen eigentümlichen, bisweilen sehr starken Glanz (besonders der geschliffene), welchen man nach ihm als Diamantglanz bezeichnet und an anderen Mineralen selten beobachtet, wie z. B. an farblosem Cerussit und Anglesit, an hell gefärbter Zinkblende und wenigen anderen. Er bricht das Licht sehr stark, noch einmal so stark als Glas, daher man ihn auch zu Linsen für Vergrößerungsapparate mit Vorteil verwenden kann. Ferner zeigt er die Eigenschaft, Farben zu zerstreuen im höchsten Grade, daher gut geschliffene Diamanten, besonders die sogenannten Brillanten lebhaft in den Farben des Regenbogens spielen, was nur die stark mit Bleioxyd versetzten Glasflüsse (Straß genannt) in ähnlicher Weise thun und daher wie Diamant geschliffen im Aussehen verwechselt werden können. Weniger zeigt sich diese Eigenschaft, wenn die Diamanten als Rosetten oder Tafelsteine geschliffen sind.

Er ist reiner Kohlenstoff, C, oder enthält höchst geringe Beimengungen. Er ist in Säuren oder in Kalilauge unlöslich und vor dem Lötrohre unschmelzbar; dagegen ist er im Focus großer Brennspiegel und im Sauerstoffgas verbrennbar, Kohlendioxyd CO_2 bildend. Bei Abschluß der Luft in sehr starker Hitze wandelt er sich in Graphit

um. Auf nassem Wege kann er durch gleichzeitige Einwirkung von chromsaurem Kali und Schwefelsäure, sowie durch Erhitzen mit Chromsäure in Kohlendioxyd verwandelt werden.

Der Diamant war schon den alten Israeliten, Griechen, Römern und Arabern bekannt, welche ihn wohl aus Ostindien erhielten, wo er namentlich an der Ostseite des Plateaus von Dekan (reiche Gruben bei Roalconda, Visapur, Pannah, Perwuttum), auf den Inseln Borneo und Sumatra und auf der Halbinsel Malakka gefunden wird; erst vor etwa 150 Jahren wurden die reichen Fundstätten in den Provinzen Bahia und Minas Geraes in Brasilien erschlossen, und erst seit etwa 20 Jahren wurden die unerschöpflichen Diamantenreichtum eröffnenden Lager in Südafrika bekannt. Andere Vorkommnisse, wie in Mexiko, Kalifornien, am Ural und in Australien sind von geringer Bedeutung. Er findet sich meist lose im Sande und in Lagern von Gesteinsschutt und wird durch Waschen gewonnen, wie das Gold, mit dem er auch, sowie mit anderen Edelsteinen vorkommt; in Brasilien findet er sich auch eingewachsen in einem durch Brauneisenerz gefärbten, Cascalho genannten Quarzkonglomerat und in einem Glimmer führenden Quarzschiefer (dem Itakolumit), in Südafrika bisweilen in einem olivinhaltigen Diabasgestein, in Madras in Ostindien in einem Pegmatit, welcher Granit und Quarz durchsetzt.

Früher schliff man die Diamanten nach ihrer natürlich vorhandenen Form oder man polierte vielmehr nur die vorhandenen Flächen, 1475 wurde erst die Kunst, den Diamant in bestimmten Formen zu schleifen von Ludwig von Berquen erfunden, durch welche Arbeit der rohe Diamant ein Drittteil bis zur Hälfte seines Gewichtes verliert, dadurch aber viel schöner wird.

Die Größe ist meist gering und wechselt von der eines Hirsekornes bis zu der eines Taubeneies oder wenig darüber, so zwar, daß erbsengroße schon selten wird. Der Wert richtet sich nach der Farbe, Durchsichtigkeit, Reinheit, Fehlerlosigkeit, Größe und nach dem Schliff.

Bei denen über ein Karat steigt der Preis im Quadrate der Karatzahl, so daß einer von 4 Karat 16 mal so viel kostet als ein gleich schöner von 1 Karat, doch bei solchen über 8 bis 10 Karat steigt der Preis noch viel höher.

Bei den geschliffenen unterscheidet man:

1. Tafelsteine, die sich mehr oder weniger den Fig. **13** und **34** Taf. **IV.** nähern, oben und unten flach, seitlich von Paralleltrapezen, Rhomboiden und Trapezen umgeben sind.

2. Rosetten (Fig. **14** und **15** Taf. **IV.**) unten flach, oben gewölbt und mit 6 sternförmig gruppierten dreiseitigen Facettten versehen, welche bei größeren Steinen von 12 und mehr ähnlichen Facetten umgeben werden. Sie sind gewöhnlich rund, auch länglich, selbst unregelmäßig, wie man namentlich an älteren Schmucksteinen sehen kann.

3. Brillanten. (Fig. **6** Taf. **III.**) nach oben und unten erhaben, oben stärker, unten weniger abgestumpft. Der Oberteil, etwa $^1/_3$ der ganzen Dicke und Höhe des Steines, Krone oder Külasse genannt, zeigt die obere ebene Fläche mit Rauten und Dreiseiten umgeben; die obere Fläche heißt Tafel. Der Unterteil, etwa $^2/_3$ der Dicke zeigt die Facetten in ähnlicher Weise nach unten, nur einfacher und ist durch eine kleine ebene Fläche parallel der Tafel begrenzt, durch die sogenannte Kalette. Die Grenze des Ober- und Unterteiles, die Rundiste wird bei der Fassung gehalten. Sternfacetten heißen die Flächen, welche mit ihrer größeren Seite an der Tafel anliegen, Querfacetten die, welche mit einer Seite die Rundiste bilden. Es werden drei- und zweifache Brillanten unterschieden, von denen jene, wie Fig. **6** zeigt, im Oberteil drei Reihen Facetten haben.

4. Rundsteine und Knopfsteine, wie sie Fig. **7—9** Taf. **III.** zeigen, wurden in früheren Zeiten aus großen Stücken und für bestimmte Zwecke geschliffen.

Die angeführten und andere Schnittformen der Diamanten werden auch bei anderen Edelsteinen so genannt, um die Form des Schliffes zu bezeichnen, die überhaupt nach Umständen noch mannigfaltiger ist.

Die Echtheit der Diamanten läßt sich am sichersten durch die Härte bestimmen, weil kein anderes Mineral diese hohe Härte besitzt, jeder andere Edelstein vom Diamant geritzt wird.

Bezüglich der Figuren auf Taf. **III.** ist zu bemerken, daß Fig. **5** den Südstern genannten Diamanten in natürlicher Größe darstellt, wie er 1852 in den Gruben von Bogagem in der Provinz Minas Geraes in Brasilien gefunden wurde, und in der Pariser Industrie-Ausstellung von 1855 zu sehen war. Derselbe ist wasserhell, etwas ins gelbliche, wog 254 Karat. Er wurde zu $2^1/_2$ Millionen Franken geschätzt. Höhe, Länge und Breite verhielten sich wie 30:40:27 Millimeter. Die Form ist ein Tetrakishexaeder (vergl. Fig. **20** Taf. **I.**) doch unregelmäßig ausgebildet, die Flächen waren etwas schimmernd und schwach gestreift. Durch den Schliff erhielt er die Form eines ovalen Brillanten und wiegt jetzt nur 125 Karat. Er ist Eigentum des Herrn Halphen in Amsterdam.

Fig. **6** zeigt den Regent oder Pitt genannten Diamant im Besitze des französischen Reichsschatzes, als Brillant geschliffen, im Gewichte von $136^3/_4$ Karat (roh wog er 410 Karat) und wurde durch den Herzog von Orleans im Jahre 1717 um $3^1/_3$ Millionen Franken von dem englischen Gouverneur Pitt erkauft. Er ist vollkommen wasserhell und strahlt in herrlichem Farbenglanze. Er ist wohl der schönste aller bekannten Diamanten und stammt, wie die nachfolgenden aus Ostindien. — Fig. **7** stellt den Sancy im Besitze des Kaisers von Rußland dar. Er ist wasserhell, wiegt $53^1/_2$ Karat und kostete $^1/_2$ Millionen Franken. — Fig. **8** zeigt den Orlow genannten Diamanten in der Spitze des russischen Scepters. Er hat die Form eines Stockknopfes, ist unten eben, wiegt $194^3/_4$ Karat und soll 1,440,000 Mark wert sein. Ein anderer Diamant in der Krone des russischen Kaisers wiegt 779 Karat und wird auf 3 Millionen Rubel geschätzt.

Fig. **9.** Der Koh-i-noor oder Berg des Lichtes, früher im Besitze des Großmogul von Delhi, jetzt der Königin von England gehörig, wog früher 280 Karat und hatte die flache Knopfform der Figur. Durch Umschleifen verlor er über die Hälfte seines Gewichtes, gewann aber außerordentlich an Schönheit, wiegt jetzt nur 106 Karat und wurde auf 2,400,000 Mark geschätzt.

Korund (Sapphir und Rubin) Fig. 10—17, Taf. III.

Derselbe findet sich meist krystallisiert und bildet mannigfache Gestalten des hexagonalen Systems, für welche als Grundgestalt das dem Hexaeder nahe stehende Rhomboeder (Fig. **10**) gewählt wurde, dessen Endkantenwinkel = 86°4′, die Seitenkantenwinkel daher = 93°56′ sind. Dieselbe ist oft mit den Basisflächen verbunden (Fig. **11**); oft finden sich hexagonale Pyramiden verschiedener Höhe, von denen die gewöhnlichste (Fig. **12**) den Seitenkantenwinkel = 122°22′ hat, für sich allein oder mit den Basisflächen vorkommt, auch mit noch spitzeren, wie Fig. **17** zwei zeigt. Die Seitenkanten der spitzesten sind noch durch das hexagonale Prisma abgestumpft. Das letztere findet sich auch mit den Basisflächen (Fig. **13**), wozu auch die Grundgestalt (Fig. **14**) und andere treten. Die Kombinationen sind überhaupt mannigfaltig. Er ist spaltbar parallel der Grundgestalt und den Basisflächen.

Der Korund ist selten farblos oder weiß, meist gefärbt, grau, blau, rot, gelb bis braun, glasglänzend, durchsichtig bis fast undurchsichtig und hat die Härte = 9, dem Diamant am nächsten stehend, das sp. G. = 3,9—4,0. Er ist Aluminiumoxyd Al_2O_3 (Thonerde) mit höchst geringen Beimengungen, wie von Eisenoxyd, welche die Farben bedingen. Vor dem Lötrohre ist er unschmelzbar, in Säuren

1. Diamant Oktaeder.

2 Diamant Triakisoktaeder.

3. Diamant Trigondodekaeder.

4. Diamant Hexakistetraeder.

5. Diamant Südstern.

6. Diamant Regent oder Pitt

7. Diamant Sancy.

8. Diamant Orlow.

9. Diamant Koh-i-noor.

10 Grundgestalt des Korund

11. Korund Rhomboeder mit den Basisflächen kombiniert.

12 Korund Hexagon Pyramide kombiniert mit den Basisflächen.

13 Gemeiner Korund.

14 Gemeiner Korund unrein blau gefärbt

15 Rubin.

16 Sapphir

17. Blaßblauer Korund.

21. Chrysoberyll

18. Blaßgrüner Chrysoberyll.

19 Alexandrit.

20 Alexandrit

22. Spinellkrystall Oktaeder.

23. Spinell rosenroter Zwilling

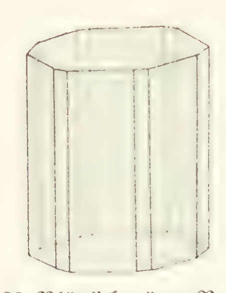
24. Brauner Zirkon.

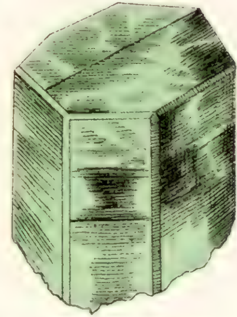
25. Zirkonkrystall

26. Hyacinth vom Ilmensee.

27 Hyacinth von Ceylon.







32 Smaragd geschliffen aus Aegypten





28. Gelblichgrüner Beryll von Bodenmais

29. Gelblichgrüner Beryllkrystall aus Grönland.

30. Bläulichgrüner Beryll (Aquamarin) aus dem Ilmengebirge.

31. Hochgrüner Smaragd aus Columbien.

33. Beryll geschliffen aus Sibirien.

unlöslich. Wird das feine Pulver mit Kobaltsolution (einer wässerigen Auflösung von Kobaltnitrat) befeuchtet und auf Kohle gestrichen in der Lötrohrflamme stark geglüht, so wird es schön blau (dies ist die Reaktion auf Thonerde).

Nach der Reinheit, Schönheit der Farbe und höherem Grad der Durchsichtigkeit unterscheidet man den edlen (den als Edelstein benützbaren) von dem gemeinen Korund. Zu jenem gehört der eigentümlich hochrot (rubinrot) gefärbte **Rubin**, dessen Rot auch in cochenill-, karmoisin- und rosenrot übergeht, sowie der eigentümlich blau (sapphirblau) gefärbte **Sapphir**, dessen Blau bis in smalteblau übergeht, welche beiden Varietäten als Edelstein hoch geschätzt sind, indem das Karat des Rubin mit 50—70 Mark, das des Sapphir mit 25—40 Mark bezahlt wird. Der Preis steigt bei beiden im doppelten und mehrfachen Verhältnisse zum Gewicht, ist überhaupt sehr schwankend, im allgemeinen halb so hoch wie bei gleichschweren Brillanten und hängt besonders von der Schönheit der Farbe und der Durchsichtigkeit ab. Schöne Rubine und Sapphire finden sich lose wie die Diamanten als Krystalle und Körner in Hinterindien und auf Ceylon, letztere auch in Brasilien.

Die unreinen krystallisierten Korunde, **Diamantspat** genannt, die zum Schleifen der Diamante und anderer Edelsteine benützt werden, finden sich auch lose oder in Gesteinen eingewachsen, wie in Granit auf Ceylon, in China, in Sibirien, am Ural, in Piemont u. a. O. Eine eigentümliche Varietät, der **Schmirgel**, welcher auch als Schleifmittel gebraucht wird, bildet grob- bis feinkörnige derbe Massen, meist mit Magneteisenerz gemengt und findet sich beispielsweise auf der Insel Naxos und Samos in körnigem Kalk, am Ochsenkopf bei Schwarzenberg in Sachsen in Glimmerschiefer, bei Smyrna und Kulah in Kleinasien, bei Chester in Massachusetts u. a. O. Die Krystalle des Diamantspat sind im allgemeinen größer als die des edlen Korund, sehr selten groß, wie z. B. auf der Culsageegrube in Nord-Carolina bis 300 Pfund schwer.

Chrysoberyll (**Cymophan** und **Alexandrit**) Fig. 18—21, Taf. III.

Derselbe krystallisiert rhombisch und bildet meist dicke tafelartige Krystalle, denen die Quer- und Längsflächen zu Grunde liegen, wozu noch andere Gestalten wie ein Prisma, eine Pyramide und ein Längsdoma treten (Fig. 18), Zwillinge und Drillinge (Fig. 19 und 20), ist unvollkommen spaltbar parallel den Quer- und Längflächen und hat muschligen Bruch. Er ist grünlichweiß, spargel- bis olivengrün, gras- bis smaragdgrün (der **Alexandrit**), glasglänzend, durchsichtig bis durchscheinend, hat H. = 8,5 und sp. G. = 3,65—3,8. Ist ein Beryllerde-Aluminat $BeO . Al_2O_3$, meist mit wenig Eisenoxyd oder Eisenoxydul, welche die Färbung bedingen. Er ist v. d. L. unschmelzbar, zeigt als Pulver mit Kobaltsolution befeuchtet und geglüht die Thonerdereaktion und ist in Säuren unlöslich, wird aber durch kaustisches und saures schwefelsaures Kali zersetzt.

Er findet sich im Glimmerschiefer bei Marschendorf in Mähren, in Chloritschiefer am Flusse Tokowaja im Ural (der Alexandrit) östlich von Katharinenburg, in Granit bei Haddam in Connecticut, Greenfield in New-York, auch lose im Sande von Flüssen auf Ceylon, Borneo, in Pegu und in Brasilien. Als Edelstein werden besonders die blaßgelblichgrünen durchsichtigen geschätzt, die einen eigentümlichen hellen bläulichen Lichtschein haben, (der sog. **Cymophan**), der durch konvex geschliffene Oberfläche besonders hervortritt.

Spinell (Fig. 22 und 23 Taf. III.).

Er krystallisiert regulär, bildet meist das Oktaeder (Fig. 22) und Zwillinge desselben (Fig. 23), ist unvollkommen spaltbar nach den Oktaederflächen und hat muschligen Bruch. Er ist selten fast farblos, meist gefärbt, rot, blau, grün, braun bis schwarz, glasglänzend, durchsichtig bis undurchsichtig, hat H. = 8 und spz. G. = 3,5—4,1. Er ist wesentlich Magnesia-Aluminat $MgO . Al_2O_3$ mit wenig Chromoxyd (der rote) oder Eisenoxyd (der blaue und grüne) als Stellvertreter der Thonerde, welche Oxyde auch an Menge zunehmen, auch mit Eisenoxydul, und dadurch werden die Spinelle dunkel bis schwarz (der sog. **Pleonast**). Er ist v. d. L. unschmelzbar, gibt mit Borax oder Phosphorsalz geschmolzen ein klares Glas, welches mehr oder weniger auf Eisen, bisweilen auf Chrom reagiert, den Gehalt daran durch smaragdgrüne Farbe anzeigt. In Säuren ist er unlöslich. Das Pulver mit Kobaltsolution befeuchtet und stark geglüht zeigt nur bei den helleren den Thonerdegehalt durch blaue Färbung an.

Als Edelstein werden nur die hochroten (sog. **Rubinspinell**) und rosenroten (**Ballas-Rubin**) gebraucht, bisweilen auch cochenill- oder bläulichrote (dem Granat ähnliche, deshalb auch von den Juwelieren Almandin genannt) oder gelblichrote (der sog. **Rubicell**). Am teuersten werden die hochroten, dem Rubin ähnlichen bezahlt, die tadellos bei der Schwere über 4 Karat etwa halb soviel als Diamanten im gleichen Gewichte kosten. Die schönen Varietäten finden sich lose im Sande von Flüssen und in quartären Anschwemmungen, wie bei Mysore in Hindostan, Pegu in Birmanien und auf Ceylon; grüne (**Chlorospinell**) in Chloritschiefer der Schischimsker Berge bei Slatoust am Ural, schwarze (**Pleonast**) in Granit bei Haddam in Connecticut, in körnigem Kalk bei Franklin in New-Jersey und Amity in New-York, am Monzoniberg in Tyrol, in vulkanischen Auswürflingen am Vesuv u. s. f. Schwarze mit Chromoxyd wurden **Picotit** und **Chrompicotit** genannt. Verwandte Arten sind der **Gahnit** oder **Automolit** von Fahlun in Schweden und Franklin in New-Jersey, ein Zinkspinell $ZnO . Al_2O_3$ und der körnige **Hercynit** von Ronsberg in Böhmen $FeO . Al_2O_3$.

Zirkon (**Hyacinth**) Fig. 24—27, Taf. III.

Derselbe findet sich nur krystallisiert, quadratisch, die Krystalle zeigen vorwaltend die Kombination eines quadratischen Prisma mit einer stumpfen quadratischen Pyramide (Fig. 24), oder dieselbe Pyramide mit einem anders gestellten Prisma (Fig. 25) oder mit beiden (Fig. 26) Die Endkantenwinkel der Pyramide sind = 123° 19′. Dazu treten auch noch andere Gestalten. Er ist meist gefärbt, gelb bis rot und braun, grün, grau, weiß bis farblos, durchsichtig bis undurchsichtig, hat diamantartigen Glas- bis Wachsglanz, H. = 7,5 und sp. G. = 4,1—4,7 und entspricht der Formel $ZrO_2 + SiO_2$, beide Dioxyde nebeneinander enthaltend, ist meist etwas eisenhaltig. Vor dem Lötrohre unschmelzbar, in Säuren unslöslich. Durch Glühen in der Reduktionsflamme werden manche farblos und stark diamantartig glänzend, daher so bisweilen wie Diamant verwendet.

Als Schmucksteine (Fig. 27) werden nur die orientalischen, **Hyacinth** genannten, mehr oder weniger durchsichtigen, gelben, rötlichgelben, gelblichroten bis rötlichbraunen benützt, welche eine schöne Politur annehmen und von denen das Karat 70—100 Mark kostet. Sie finden sich lose im Schuttlande Ceylons, während andere Zirkone meist in Silikatgesteinen eingewachsen vorkommen, wie im Miascit von Miask am Ural, im Syenit des südlichen Norwegens, im Granit in New-Jersey u. s. w., zuweilen auch lose im Sande von Flüssen und in Schuttland gefunden werden.

Beryll (**Smaragd**) Fig. 28—33, Taf. III.

Bildet vorwaltend hexagonale Prismen mit den Basisflächen (Fig. 28), oder noch mit Abstumpfung der Kombinationskanten durch eine hexagonale Pyramide (Fig. 29), oder mit abgestumpften Prismenkanten (Fig. 30) durch ein zweites Prisma, oder noch mit einer Pyramide (Fig. 31) und bisweilen komplizierte Kombinationen. Undeutliche Krystalle bilden Stengel. Die Prismenflächen sind oft vertikal gestreift bis gefurcht, die Spaltungsflächen parallel der Basis sind ziemlich deutlich, parallel dem Prisma unvollkommen; der Bruch ist muschlig bis uneben. Er ist meist gefärbt, grün bis blau, gelb, rosenrot, selten

farblos und unter den verschiedenen grünen Farben ist besonders eine schöne hochgrüne (Fig. 31 und 32) ausgezeichnet, welche die Smaragd genannten Berylle zeigen. Er ist durchsichtig bis kantendurchscheinend, glasglänzend bis schimmernd, hat H. = 7,5—8,0 und sp. G. = 2,67—2,73, ist ein Beryll-Thonerde-Silikat $Be_3\ Al_2\ O_6 . Si_6\ O_{12}$ mit sehr wenig Eisen- oder Chromoxyd, in Säuren unlöslich und vor dem Lötrohre schwierig an den Kanten oder in dünnen Splittern zu blasigem Glase schmelzbar.

Der als Edelstein seit alten Zeiten hochgeschätzte Smaragd, dessen Prismenflächen nicht gestreift sind, findet sich bei Muzo und Sta Fé in Columbien, Djebel Zahara am roten Meere, Kosseir in Aegypten, am Flusse Tokowaja östlich von Katharinenburg im Ural (hier zwar groß aber nicht besonders schön), im Mourne-Gebirge in Irland, im Habachthale in Salzburg und bei Tammela in Finnland. Andere Berylle, wie sie schön krystallisiert bei Mursinka und Schaitanka, bei Miask am Ural, im Adumtschilon-Gebirge und im Thal der Urulga bei Nertschinsk in Sibirien vorkommen, werden bei schönem Aussehen, besonders die meergrünen (der sog. Aquamarin), der auch in Brasilien vorkommt, als Edelsteine geschliffen. Die sog. gemeinen Berylle, die mißfarbig, durchscheinend bis fast undurchsichtig sind, kommen nicht selten vor und zeigen an einzelnen Fundorten sehr große Krystalle, so fußdicke von 4—6 Fuß Länge bei Grafton zwischen dem Connecticut und Marimac in Nordamerika und auf der Halbinsel Annarod bei Moß in Norwegen. Kleinere finden sich bei Limoges in Frankreich, Bodenmais in Bayern, Langenbielau in Schlesien u. a. a. O.

Der Topas (Fig. 1—7, Taf. IV.).

Krystallisiert rhombisch prismatisch (Fig. 1—4), bildet das Grundprisma, dessen Kanten 124°19′ und 55°41′ messen mit den Basisflächen (Fig. 1), nach welchen der Topas vollkommen spaltbar ist, und dazu kommen meist noch andere Gestalten. So zeigen z. B. die dunkel weingelben und rosenroten Krystalle von Villarica in Brasilien (Fig. 3) noch ein Prisma als Zuschärfung der scharfen Kanten des obigen und am Ende meist eine rhombische Pyramide mit den Endkantenwinkeln = 141° 7′ und 101° 52′; blaßgelbe vom Schneckenstein bei Gottesberg in Sachsen dazu noch die Basisflächen (Fig. 2), Längsdomen u. a., andere desgl. und die Krystalle sind zum Teil sehr flächenreich. Er ist selten farblos (wie die als Geschiebe abgerundeten Krystalle im Gebiete des Rio Belmonte in Brasilien, blaß weingelb bis gelblichbraun, seltener rosenrot, grün, bläulichgrün (Fig. 4 von Mursinsk bei Katharinenburg am Ural), als Edelstein von den Juwelieren auch Aquamarin genannt, grünlichgelb, grünlichweiß bis weiß, glasglänzend, durchsichtig bis an den Kanten durchscheinend, hat H. = 8 und sp. G. = 3,4—3,6 und ist ein Thonerde-Silikat $Al_2\ O_3\ Si\ O_2$, dessen Sauerstoff (ungefähr der sechste Teil desselben) durch Fluor ersetzt wird, daher neben dem Hauptteile $Al_2\ O_3 . Si\ O_2$ noch die analoge Fluorverbindung $Al_2\ F_6 . Si\ F_4$ angenommen wird. Der Topas ist in Salzsäure unlöslich, vor dem Lötrohre unschmelzbar, scheidet mit Phosphorsalz geschmolzen ein Kieselskelett aus, entwickelt mit Phosphorsalz im Glasrohre stark erhitzt Fluor, welches das Glas ätzt.

Außer krystallisiert findet er sich stengelig (der sog. Pyknit) bei Altenberg in Sachsen und am Durango in Mexiko oder bildet undeutliche große Individuen (wie bei Fahlun in Schweden und Modum in Norwegen, der Pyrophysalith).

Als Edelsteine werden die durchsichtigen, schön gefärbten, wie auch die farblosen benützt, da sie auch eine besonders schöne Politur annehmen. Die dunkelgelben brasilianischen werden durch vorsichtiges Glühen rosenrot und ähnlich den Spinellen, weshalb sie von den Juwelieren auch wie diese Ballasrubin genannt werden.

Granate. (Fig. 8—19, Taf. IV.)

Diese finden sich sehr häufig in verschiedenen Gesteinsarten eingewachsen, wie in Granit, Gneis, Glimmer- und Chloritschiefer, Serpentin u. a., zum Teil in Drusenräumen aufgewachsen und bilden reguläre Krystalle verschiedener Form, meist Rhombendodekaeder (Fig. 8) oder dieses mit dem Leucitoeder (Fig. 9), Leucitoeder (Fig. 10) oder Kombinationen dieser beiden mit einem Tetrakontaoktaeder (Fig. 11) u. a. m. bei undeutlicher Ausbildung Krystallkörner, auch körnige Aggregate, selten dichte Massen. Die Farben sind sehr verschieden, rot, braun, gelb, grün, schwarz, grau, weiß bis farblos, der Glanz glas- bis wachsartig, die Pellucidität meist gering, indem die Granate meist nur durchscheinend sind, doch auch durchsichtig, selten undurchsichtig; die Härte wechselt zwischen 6,5 und 7,5 und das sp. G. zwischen 3,2—4,3, was davon abhängt, daß unter dem Namen Granate verschiedene Mineralarten zusammengefaßt werden, welche innerhalb einer allgemeinen gleichen Formel verschiedene Stoffe enthalten. Sie sind Silikate mit 3 Molekulen $Si\ O_2$, 3 Molekulen $R\ O$ und 1 Molekul $R_2\ O_3$. Als Basen $R\ O$ findet sich $Ca\ O$, $Mg\ O$, $Fe\ O$, $Mn\ O$, $Cr\ O$, als Basen $R_2\ O_3$ $Al_2\ O_3$, $Fe_2\ O_3$, $Mn_2\ O_3$, $Cr_2\ O_3$ und nach den Hauptbestandteilen lassen sich Kalkthongranat $Ca_3\ Al_2\ O_6 . 3\ Si\ O_2$, Kalkeisengranat $Ca_3\ Fe_2\ O_6 . 3\ Si\ O_2$, Kalkchromgranat $Ca_3\ Cr_2\ O_6 . 3\ Si\ O_2$, Eisenthongranat $Fe_3\ Al_2\ O_6 . 3\ Si\ O_2$, Manganthongranat $Mn_3\ Al_2\ O_6 . 3\ Si\ O_2$ u. a. unterscheiden. Gewöhnlich aber sind neben den Hauptbestandteilen noch geringe Mengen anderer vorhanden, so daß diese Arten vielfach Uebergänge ineinander bilden. Vor dem Lötrohre schmelzen sie mehr oder weniger leicht bis schwierig zu verschieden gefärbtem Glase, welches bei wesentlichem Eisengehalte ($Fe\ O$ oder $Fe_2\ O_3$) magnetisch wird und sind meist in Salzsäure unlöslich. Nach dem Glühen oder Schmelzen aber sind sie löslich und scheiden die Kieselsäure als gallertartige aus.

Als Edelsteine sind besonders die schön gefärbten geschätzt, wie die sogenannten orientalischen hochroten (Rubingranat) und bläulichroten (Almandin), die zu den Eisenthongranaten gehören, die roten sogenannten böhmischen Granate (auch Pyrop genannt, welche etwas Chrom enthalten und als Körner vorkommen, lose oder eingewachsen) und die gelblichroten Hyacinthgranat oder Kanelstein genannten. Gelbe Granate nennt man Topazolith, gelblich- oder grasgrüne Grossular, schwarze Melanit, den smaragdgrünen Uwarowit, welcher bei Bissersk und Kyschtimsk am Ural vorkommt und Kalkchromgranat ist.

Vesuvian, Idokras (Fig. 20—24 Taf. IV.).

Derselbe krystallisiert quadratisch, meist prismatisch, ist grün, wie gras-, oliven- oder bräunlichgrün bis braun (so der vom Vesuv in alten Auswürflingen und von grünem Augit begleitete Fig. 23), selten gelb, blau und spangrün (der Cyprin von Souland in Schweden), glas- bis wachsglänzend, durchsichtig bis kantendurchscheinend, hat H. = 6,5 und sp. G. = 3,2—3,5. Ist in Salzsäure unvollständig, geschmolzen aber oder stark geglüht vollständig auflöslich, Kieselgallerte abscheidend; vor dem Lötrohre schmilzt er leicht mit Aufschäumen zu gelblichgrünem oder braunem Glase. In der Zusammensetzung ist er dem Kalkthongranat verwandt und enthält noch etwas Magnesia, Eisenoxydul oder Oxyd und fast immer ein wenig Wasser, 1,5—3,1 Prozent.

Er findet sich häufig in Drusenräumen und Klüften verschiedener Gesteine, auf Lagern und Gängen, beispielsweise an der Mussa-Alpe in Piemont (Fig. 22), bei Zermatt in Wallis in der Schweiz, am Monzoni und im Zillerthale in Tyrol, bei Egg und Eker in Norwegen, lose am Wiluiflusse in Sibirien (daher Wiluit genannt), stenglig bei Eger in Böhmen (der sog. Egeran) u. a. O. Schöne durchsichtige werden bisweilen als Schmucksteine geschliffen, wie die grünen von der Mussa-Alpe


1. Topasprisma.
2. Topaskrystall vom Schneckenstein.
3. Topaskrystall aus Brasilien.
4. Topaskrystall vom Ural.
5. Topas aus Brasilien, geschliffen.
6. Topas aus Brasilien, geschliffen.
7. Rosenroter Topas.
8. Almandin aus Tyrol.
9. Granatkrystall.
10. Granatkrystall.
11. Granatkrystall.
12. Uwarowit.
13. Rubingranat.
14. Almandin.
15. Almandin.
16. Topazolith.
17. Grossular.
18. Melanit.
19. Pyrop.
20. Vesuviankrystall.
21. Wiluit aus Sibirien.
22. Vesuvian aus Piemont.
23. Brauner Vesuvian vom Vesuv.
24. Vesuvian aus Piemont.
25. Chrysolithkrystall.
26. Olivinkrystall.
27. Chrysolith aus dem Orient.
28. Epidotkrystall.
29. Epidot von Arendal.
30. Epidotkrystall.
31. Kallait auf Kieselschiefer aus Schlesien.
32. Türkis.
33 u. 34. Türkise geschliffen.
35. Lasurstein aus Sibirien.
36. Lasurstein aus der Tartarei mit Pyrit.

(italienische Chrysolithe genannt), die braunen vom Vesuv, (vesuvische Gemmen oder braune Hyacinthe genannt, von den echten Hyacinthen aber durch geringere Härte, minderes Feuer und trübere Farbe zu unterscheiden).

Olivin, Chrysolith, Peridot (Fig. **25—27**, Taf. **IV**.).

Krystallisiert rhombisch, dicktafelige (Fig. **25**) bis prismatische Krystalle (Fig. **26**) bildend, oft auch nur als Körner oder körnige Aggregate, wie vorzugsweise im Basalt, für welchen er charakteristisch ist. Oliven-, spargel- und pistaziengrün, gelb, braun, glasglänzend, durchsichtig bis durchscheinend, hat H. = 6,5—7,0 und sp. G. = 3,3—3,5.

Ist wesentlich Magnesiasilikat $2\,MgO\,.\,SiO_2$ mit mehr oder weniger Eisenoxydul als Vertreter der Magnesia, wodurch die Farbe erzeugt wird. Der eisenreiche vom Kaiserstuhl wird als Hyalosiderit auch als eigene Spezies getrennt. Vor dem Lötrohre unschmelzbar bis schwer schmelzbar (der eisenreiche), gibt mit Borax oder Phosphorsalz geschmolzen ein durch Eisen gefärbtes grünes Glas, mit letzterem auch ein Kieselskelett. In Salz- oder Schwefelsäure ist er löslich, Kieselgallerte abscheidend.

Die schön grün gefärbten durchsichtigen Krystalle und Körner aus dem Orient, aus Oberägypten und aus Brasilien, welche sich lose im aufgeschwemmten Sande finden, werden als Ringsteine geschliffen und heißen Chrysolith.

Bemerkenswert ist das Vorkommen des Olivin in Meteoreisen und in Meteorsteinen.

Epidot, Pistazit. (Fig. **28—30**, Taf. **IV**.)

Derselbe wird nicht als Edelstein verwendet, wenn er auch bisweilen ähnlich den beiden vorangehenden schön gefärbt und durchsichtig vorkommt. Er bildet oft sehr schöne, flächenreiche und große monokline Krystalle, welche gewöhnlich (Fig. **28**) in der Richtung der Querachse ausgedehnt die Querflächen und die Basisflächen zeigen, die unter 115°24′ gegeneinander geneigt sind und denen parallel die Krystalle vollkommen spaltbar sind. Sie finden sich oft so aufgewachsen (Fig. **30**), daß die Querachse aufrecht steht. Außer deutlichen Krystallen bildet er stenglige bis nadelförmige Individuen, krystallinische Aggregate mit stengliger bis körniger Absonderung bis dichte Massen. Er ist meist grün gefärbt, hell bis dunkel, gelblichgrün bis gelb, bräunlichgrün bis braun, auch grünlichgrau und schwarz, glasglänzend, auf den Spaltungsflächen in Diamantglanz neigend, durchsichtig bis undurchsichtig, hat H. = 6,0—7,0 und sp. G. = 3,2—3,5. Er ist ein Kalkthonerde-Silikat $3\,(Ca\,Al_2O_4\,.\,Si_2O_4) + H_2O\,.\,CaO$ mit etwa 2 Prozent Wasser, dessen Thonerdegehalt zum Teil durch wechselnde Mengen von Eisenoxyd ersetzt wird. Er ist vor dem Lötrohre an den Kanten schwierig schmelzbar, stellenweise etwas anschwellend; stark geglüht ist er in Salzsäure löslich, Kieselgallerte abscheidend.

Findet sich häufig, besonders schön im Sulzbachthal im Pinzgau, am Monzoni und an der Knappenwand in Tyrol, bei Bourg d'Oisans im Dauphiné in Frankreich, in der Schweiz, bei Arendal in Norwegen (Fig. **29**), daher Arendalit genannt, am Ural u. s. w.

Dem Epidot nahe verwandt ist der manganhaltige Piemontit oder Manganepidot von St. Marcel in Piemont, der eisenarme Zoisit oder Kalkepidot, welcher rhombisch krystallisiert, gewöhnlich aber nur stenglig vorkommt, wie in Kärnthen, Tyrol und im Fichtelgebirge, (wozu auch der rosenrote Thulit von Souland in Schweden und von Arendal in Norwegen gehört). Durch Cer- und Didymgehalt ausgezeichnet ist der wie Epidot krystallisierte Allanit (Orthit).

Kallait, Türkis (Fig. **31—34**, Taf. **IV**).

Er findet sich als stalaktitischer Ueberzug, Krusten bildend, auch in derben Partien eingewachsen und Klüfte ausfüllend, ist dicht mit muschligem bis ebenem Bruche, spangrün bis himmelblau (der als Edelstein seit alten Zeiten geschätzte Türkis), wachsartig schimmernd bis matt, schwach durchscheinend, wenig spröde, hat H. = 6,0 und sp. G. = 2,6—2,8.

Ist ein wasserhaltiges Aluminiumphosphat, orthophosphorsaures Aluminiumhydroxyd $2\,(H_2O\,.\,Al_2O_3) + 3\,H_2O\,.\,P_2O_5$ mit geringen Mengen von Eisen- und Kupferoxyd, welche die grüne und blaue Farbe erzeugen, in Säuren löslich, vor dem Lötrohre zerknisternd, unschmelzbar, sich schwarz und braun färbend, gibt im Kolben erhitzt viel Wasser ab.

Der blaue, Türkis genannte und als Edelstein sehr geschätzte, findet sich besonders schön in Persien, wie bei Nischapur in zersetztem trachytischem Gestein, nicht zu verwechseln mit dem Zahn- oder Beintürkis, blau gefärbtem Elfenbein oder Knochen, in der Kirgisensteppe und in Neu-Mexiko; der grüne reichlich bei Steine und Jordansmühl in Schlesien auf Kieselschiefer (Fig. **31**), bei Oelsnitz und Plauen in Sachsen, in den Kegelgebirgen südwestlich von Santa Fé in Neu-Mexiko. Interessant ist, daß dieser auch von den Mexikanern als Schmuckstein geschätzt wurde und jetzt noch ansehnlichen Wert hat, Calchihuitl genannt. In einem keltischen Grabe in der Bretagne gefundene ähnliche grüne Schmucksteine, von A. Damour Kallais genannt, sind auch in der Zusammensetzung ähnlich, $H_2O\,.\,Al_2O_3 + 3\,H_2O\,.\,P_2O_5$.

Lasurstein, Lasurit, Lapis Lazuli, (Fig. **35** und **36**, Taf. **IV**.)

Krystallinisch feinkörnig bis fast dicht, derb und eingesprengt, sehr selten krystallisiert, Rhombendodekaeder bildend, hell bis dunkel lasurblau, kantendurchscheinend bis undurchsichtig, wenig glänzend bis schimmernd, hat H. = 5,5 und sp. G. = 2,38—2,42, ist ein Natronthonerde-Silikat $Na_2Al_2O_4\,.\,Si_2O_4$ mit ein wenig Natriumsulfid Na_2S_5, welches die blaue Farbe bedingt. Er entfärbt sich vor dem Lötrohre erhitzt und schmilzt zu weißem blasigem Glase und wird in Salzsäure zersetzt, etwas Schwefelwasserstoff entwickelnd und Kieselgallerte abscheidend.

Er findet sich mit Kalkstein verwachsen, oft etwas Pyrit (Fig. **36**) oder Kalkkörnchen (Fig. **35**) eingewachsen enthaltend, beispielsweise am Baikalsee in Sibirien, in der Tartarei in Tibet, China, in der Cordillere von Ovallo in Chile und war schon den Alten unter dem Namen Sapphir bekannt. Er dient geschliffen als Schmuckstein, zu Mosaik, architektonischen Zierraten, Dosen, Vasen u. dergl. und wurde früher zur Bereitung der kostbaren Malerfarbe, des Ultramarin gebraucht, welches jetzt aber im Großen fabrikmäßig dargestellt wird.

Quarz, Siliciumdioxyd, Kieselsäure (Taf. **V.**, **VI.**, Fig. **1—6** und **8—18**.)

Derselbe ist eine durch seine überaus große Verbreitung und durch seine Mannigfaltigkeit in der Ausbildung ausgezeichnete Spezies, welche zahlreiche Varietäten bildet und vielfach, dabei auch als Edel- oder Schmuckstein von meist geringem Werte, benützt wird. Er findet sich sehr häufig krystallisiert und die Krystalle sind meist in Drusenräumen oder Hohlräumen verschiedener Größe, auf Spalten- und Kluftflächen u. s. w. aufgewachsene oder finden sich in verschiedenen Gesteinsarten, wie Granit, Felsitporphyr, Kalk u. s. w. eingewachsen. Die Gestalt der Quarzkrystalle ist im allgemeinen eine sehr einfache, indem sie die Kombination eines hexagonalen Prisma und einer hexagonalen Pyramide darstellen, deren Flächen (Fig. **3**) eine sechsflächige Zuspitzung an den Enden bilden. Am meisten wechseln die Gestalten im Aussehen dadurch, daß die Krystalle als prismatische das Prisma vorherrschend zeigen oder daß, jedoch seltener, die Pyramide vorherrscht, sehr selten auch allein ausgebildet ist (Fig. **1**). Ihre Endkantenwinkel sind = 133° 44′, die Seitenkantenwinkel = 103° 34′. Eine andere Eigentümlichkeit der Quarzkrystalle ist die, daß die abwechselnden Pyramidenflächen oft größer sind, also an einem Ende 3 abwechselnde größer als die 3 anderen. Diese hemiedrische Bildung kann so weit gehen, daß, wenn auch selten, die

kleinen Flächen bis zum Verschwinden zurücktreten und das Prisma mit einem Rhomboeder kombiniert ist (Fig. 2), welches die Endkantenwinkel = 94° 15′ zeigt und das Hemieder der hexagonalen Pyramide ist. Viel häufiger sind die Pyramiden- und Prismenflächen ungleichmäßig ausgedehnt und selbst bisweilen eine Pyramidenfläche sehr groß, die anderen verdrängend. Solche unregelmäßige Bildungen sieht man oft und sollen durch die Fig. 6 und 7 gezeigt werden. In der Regel sind die Prismenflächen horizontal gestreift (Fig. 6 Taf. II.), bisweilen sieht man auch vertikale Näte auf den Prismenflächen neben den horizontalen Streifen, was von einer eigentümlichen Zwillingsbildung abhängt.

Außer krystallisiert erscheint der Quarz in Stengeln und Körnern, letztere in gewissen Gesteinsarten, wie Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Felsitporphyr u. a. oder er findet sich derb, Aggregate von Krystallen oder Körnern bildend, so selbst als Gesteinsart, als Quarzit, Quarzfels und Quarzschiefer. Lose Körner bilden den Quarzsand, wie er in den Sandwüsten und Sandebenen auf der Oberfläche der Erde oder schichtenweise in den oberen Schichten der jüngsten geologischen Formationen, der Tertiär- und Quartärformationen vorkommt. Solcher Quarzsand bildet auch die Sandsteine, welche in allen sedimentären Formationen auftreten und dadurch entstanden, daß die losen Quarzkörner durch ein Bindemittel zu mehr oder minder festen Gesteinen verkittet wurden. In den Sandebenen z. B. in der Senner- und Lüneburger Haide finden sich bisweilen sogenannte Blitzröhren, Fig. 6 Taf. VI, lange, unregelmäßige, zum Teil verästete hohle, röhrenförmige Gebilde, welche im Innern verglast, außen rauh durch die Sandkörnchen sind. Solche Röhren entstehen durch das Einschlagen des Blitzes in den Sand und durch das Schmelzen der Sandkörner längs des Laufes des Blitzes. Ihre Länge ist verschieden, bis 10 Fuß und darüber.

Außer krystallisiert und krystallinisch kommt noch der Quarz dicht oder unkrystallinisch vor, derbe Massen bildend oder in krummflächigen Gestalten, wie kuglig, knollig u. dergl.

Er ist farblos oder gefärbt (die Farben aber sind unwesentlich), glas- bis wachsglänzend, starkglänzend bis schimmernd, durchsichtig bis undurchsichtig, spröde, hat H. = 7,0, sp. G. = 2,5—2,8, bei den reinsten = 2,65, variierend durch Beimengungen.

Er ist das Siliciumdioxyd, früher Kieselsäure, jetzt Kieselsäureanhydrid genannt $Si\,O_2$, welches aus 46,7 Silicium und 53,3 Sauerstoff besteht und enthält oft fremdartige Stoffe beigemengt, welche meist das Aussehen verändern und viele Varietäten bedingen. In Wasser und Säuren ist er unlöslich, außer in Fluorwasserstoffsäure. Vor dem Lötrohre ist er unschmelzbar, mit Soda unter Brausen zu Glas schmelzbar.

Bei dem weitverbreiteten Vorkommen des Quarzes, der verschiedenen Bildung und durch die beigemengten Substanzen ist es erklärlich, daß viele Varietäten unterschieden und zum Teil mit eigenen Namen belegt wurden.

Der krystallisierte und krystallinische Quarz ist fast immer glasglänzend und heißt deshalb auch Glasquarz und nach der mehr oder minder hervortretenden Durchsichtigkeit unterscheidet man den edlen und gemeinen Glasquarz. Der farblose und durchsichtige heißt Bergkrystall, der weingelbe Citrin, der rauchbraune, Fig. 3 u. 6, Rauchquarz, (der sehr dunkle Rauchquarz Morion), der violblaue (Fig. 5, solcher in Achatkugeln von Oberstein im Nahethal, Fig. 8 geschliffen aus Brasilien) Amethyst. Bei den gemeinen Glasquarzen unterscheidet man den rosenroten Rosenquarz, den bläulichweißen Milchquarz, den blaßblauen Sapphirquarz, den lauchgrünen Prasem, den wachsglänzenden Fettquarz, den durch feine Sprünge und eingewachsene Hämatitschüppchen flimmernden Aventurinquarz, den durch roten oder braunen oder gelben Eisenocher gefärbten Eisenquarz oder Eisenkiesel u. a.

Als dichte oder unkrystallinische Quarze unterscheidet man den Hornstein, welcher flachmuschligen splittrigen Bruch hat, schimmernd bis matt und gewöhnlich nur an den Kanten durchscheinend, nicht undurchsichtig ist, durch geringe Beimengung unreine graue, gelbe, grüne, rote oder braune, meist blasse Farben zeigt. Derselbe findet sich meist in derben Massen, oft als Versteinerungsmittel von Holz und heißt dann Holzstein. Ferner der Jaspis, welcher durch Eisenocher intensiv gelb, braun, oder rot gefärbt, auch grün vorkommt, gewöhnlich undurchsichtig ist, muschligen Bruch hat und wie Hornstein nur schimmernd bis matt ist. Beide sind ein- oder mehrfarbig, bei dem Jaspis, wenn er kugelige Gestalten bildet, (Fig. 9 aus Aegypten, Fig. 10 von Auggen in Oberbaden), Kugeljaspis genannt, die Farben konzentrisch, bei geschichteten lagenweise wechselnd, daher solcher im Querschnitt bandförmig gestreift ist und Bandjaspis (Fig. 17 vom Ural) heißt. Feuerstein, früher zum Feuerschlagen verwendet, besonders in Kreide eingewachsen, knollige bis kugelige Gestalten bildend, sonst auch plattenförmig vorkommend, ein dichter Quarz mit flachmuschligem Bruch, welcher wenig glänzend bis matt, mehr oder weniger durchscheinend und grau bis schwarz, gelblichweiß bis dunkelgraulichbraun durch organische Stoffe gefärbt ist. An ihn reiht sich der durch Kohlenstoff gefärbte Kieselschiefer, auch Lydit genannt, welcher als Gestein vorkommt, dick geschichtet, schwarz bis grau gefärbt und undurchsichtig ist. Der schwarze wird zum Prüfen des Goldes und Silbers auf ihren Feingehalt verwendet und heißt deshalb auch Probierstein. Feuerstein und Kieselschiefer brennen sich vor dem Lötrohre weiß.

Zwischen den dichten unkrystallinischen und den krystallinischen Quarzen steht der Chalcedonquarz oder Chalcedon, welcher häufig in Blasenräumen gewisser Eruptivgesteine (Aphanit und Aphanitporphyr als Mandelsteinen) und in Klüften aus Wasser abgesetzt, zum Teil stalaktitisch gestaltet ist oder derbe, scheinbar dichte Massen bildet. Derselbe ist grau bis weiß, oder manigfach gefärbt, einfach oder bunt und die Farben wechseln meist entsprechend den allmählich abgesetzten Lagen. Er ist im Bruche muschlig bis splittrig, mehr oder weniger durchscheinend, schimmernd bis wenig glänzend und bildet verschiedene Varietäten. Als solche werden die durch Eisenoxyd blutrot gefärbten Carneol (Fig. 14 als Ringstein geschliffen, Fig. 2 Taf. VI. Bruchstück eines Knollen, beide aus dem Orient), der rot und weiß gefleckte oder gebänderte Sardonyx (Sarder), der lagenweise schwarz, grau, braun und weiß gefärbte Onyx, der durch Eisenoxydul-Hydrat lauchgrün gefärbte und Plasma genannte, der dunkellauchgrüne, blutrot gefleckte Heliotrop, der durch Nickeloxydulhydrat apfelgrün gefärbte Chrysopras, der graulichweiße mit schwarzen und braunen Zeichnungen durchzogene Mochastein u. a. m. unterschieden, während die sogenannten Achate besonders durch bunte Farben ausgezeichnet sind, welche auf die mannigfaltigste Weise mit einander wechseln. Hierauf beziehen sich die Namen Band-, Ring-, Augen-, Punkt-, Festungs-, Moos-, Trümmer-Achat u. a.

Von den verschiedenen Quarzvarietäten werden einzelne durch ihr Aussehen ausgezeichnete als Schmucksteine geschliffen oder zu verschiedenen Gegenständen, wie Petschaften, Dosen, Statuetten, Schalen, Knöpfen, Tischplatten u. s. w. verwendet; so die Bergkrystalle, Citrine, Amethyste, Rauchquarze, Carneole, der Onyx, Heliotrop, das Plasma, der Chrysopras, die Achate, der Jaspis, der Puddingstein (Taf. VI Fig. 5), ein eigentümliches Konglomerat von abgerundeten Jaspis- und Feuersteinbrocken u. a. m. Alle nehmen eine schöne Politur an und sind von Glas leicht durch die größere Härte und das kältere Anfühlen zu unterscheiden. Außerdem wird Quarz vielfach technisch verwendet, wie als Bau- und Pflasterstein, zu Schleifsteinen, zur Glas- und Steingutfabrikation, als Sand zum Mörtel und vielen anderen Zwecken.


1. Gelbroter krystallisierter Eisenkiesel.
2. Besondere Quarzform.
3. Rosenquarz.
4. Rauchquarzkrystalle.
5. Amethystquarz.
18. Milchquarz.
6. Rauchquarzkrystalle.
9. Brauner Kugeljaspis.
19. Nadelamethyst.
12. Heliotrop aus dem Orient.
8. Dunkelviolblauer Amethyst.
10. Bunter Kugeljaspis.
7. Bergkrystallgruppe.
14. Blutroter Chalcedon.
16. Gebänderter Chalcedon.
13. Heliotrop aus dem südlichen Tirol.
15 Moosachat (Mochastein).
17. Hellgelber Chalcedon.
11. Bandjaspis.


1. Gestreifter Hornstein.
2. Blutroter Chalcedon.
3. Festungsachat.
4. Wolkenachat.
5. Puddingstein.
6. Blitzröhre.
7. Holzopal.
8. Chrysopras.
9. Achat.
10. Onyx.
11. Achat.
12. Bandachat.
13. Sardonyx.
14. Onyx.
15. Achat.
16. Achat.
17. Achat.
18. Achat.
19. Edler Opal.
20. Grüner Opal.

Bei der großen Verbreitung des Quarzes finden sich die meisten der angeführten Varietäten nicht selten, wenn auch einzelne nur spärlich vorkommen, weshalb Fundorte nicht angegeben werden, nur ist anzuführen, daß an einigen die Krystalle, namentlich Bergkrystalle bisweilen bedeutende Größe erreichen, dabei aber nie ganz rein sind. So wurden in der Schweiz Krystalle bis 700 Kilo Schwere gefunden, auch auf Madagascar sehr große. Rauchquarze fanden sich in der Schweiz bis über 100 Kilo schwer. Die schönsten Amethyste kommen aus Brasilien, Ceylon, Sibirien und Ungarn, schöne Carneole aus Aegypten, Nubien und aus dem Orient, Achate und Chalcedone überhaupt sehr reichlich aus Brasilien, Indien, Ungarn, Schlesien, von Oberstein im Nahethal, aus Sachsen u. s. w., der Chrysopras von Kosemitz in Schlesien, Jaspis aus Aegypten, vom Ural, aus Baden, der zu Kameen und Intaglien verarbeitete Onyx aus Arabien, doch sind manche dieser Angaben nicht genau, besonders für die im Altertum geschätzten, weil die früheren Namen nicht immer, wie bei den Edelsteinen überhaupt, mit den jetzt gebräuchlichen übereinstimmen.

Schließlich ist noch anzuführen, daß das Siliciumdioxyd nicht allein als Quarz vorkommt, sondern noch eine zweite Spezies bildet, welche G. vom Rath in trachytischen Gesteinen entdeckte und als sehr kleine hexagonale tafelartige Krystalle mit dem sp. G. = 2,28—2,33 bestimmte. Er nannte sie Tridymit. Eine dritte, rhombisch krystallisierende Spezies derselben Substanz mit dem sp. G. = 2,246 entdeckte Story Maskelyne in dem Meteorsteine von Breitenbach in Böhmen und nannte sie Asmanit, wonach das Siliciumdioxyd SiO_2 trimorph ist, wie das Titandioxyd TiO_2, welches zwei verschiedene quadratische Spezies, den Rutil und Anatas, und eine rhombische, den Brookit bildet, wie später angegeben wird.

Opal (Fig. 7, 19 und 20 Taf. VI.).

Mit diesem Namen werden verschiedene, zum Teil reichlich vorkommende Vorkommnisse bezeichnet, welche nach der heutigen Benennung Kieselsäuren darstellen, wechselnde Verbindungen des Siliciumdioxyd mit Wasser, mit Wassergehalt von 2—13 Prozent, selbst noch größerem und die mineralogisch zusammengefaßt werden können, insofern als sie sämtlich unkrystallinisch, amorph sind. Die Opale finden sich stalaktitisch traubig, nierenförmig, knollig u. s. w. oder derb und eingesprengt, z. Teil erdig und schiefrig, haben muschligen bis unebenen, glatten oder splittrigen, auch erdigen Bruch. Nach der Verschiedenheit des Aussehens unterscheidet man den farblosen, glasglänzenden, durchsichtigen als Glasopal oder Hyalith, den weißen, durchscheinenden, glasglänzenden als Milchopal, der bisweilen ein ausgezeichnetes Farbenspiel (besonders rundlich geschliffen) zeigt und als Edelstein hochgeschätzt Edelopal genannt wird, wie er in zersetztem trachytischem Gestein zwischen Kaschau und Eperies in Ungarn (Fig. 19) und in Mexiko vorkommt, den hyazinthroten bis weingelben, glasglänzenden, halbdurchsichtigen Feueropal, der auch wie der von Zimapan in Mexiko als Schmuckstein geschliffen wird. Andere Opale sind auch weiß oder verschieden gefärbt, grau, gelb, rot, braun, grün bis schwarz, wachsglänzend bis schimmernd, durchscheinend bis fast undurchsichtig, von denen einzelne besonders benannt werden, wie Wachsopal, Pechopal, Eisenopal, Prasopal (dieser von Kosemitz in Schlesien, apfelgrün wie der Chrysopras) Jaspopal, gemeiner Opal, Halbopal u. s. w. Der als Versteinerungsmittel von Holz vorkommende wird Holzopal (Fig. 7) genannt, der knollige braune bis graue in Klebschiefer (auch eine Opalvarietät) eingewachsene von Menilmontant bei Paris heißt Menilit oder Leberopal, der aus heißen, Kieselsäure aufgelöst enthaltenden Quellen abgesetzte stalaktitische heißt Sinteropal, wie am Geysir auf Island, daher auch Geysirit genannt.

Die Opale sind spröde und leicht zersprengbar, haben die H. = 5,0—6,0, selbst noch niedriger, das sp. G. = 1,9—2,3, geben im Kolben erhitzt mehr oder weniger Wasser ab, sind vor dem Lötrohre unschmelzbar, oft dabei verknisternd, sonst sich wie Quarz verhaltend, in Säuren unlöslich, dagegen aber löslich in kochender Kalilauge.

Opale kommen häufig vor, doch durchaus nicht so häufig wie der Quarz, überhaupt ist das Siliciumdioxyd ein in der Erdrinde allgemein verbreiteter Stoff, welcher zahlreiche Verbindungen mit den verschiedensten Sauerstoffverbindungen, Silikate bildet, die selbst wieder in zahlreichen Gesteinsarten vorkommen. Daher enthält auch in Folge der Zersetzung der Silikatgesteine die Ackererde oder Bodenkrume Siliciumdioxyd, welches häufig in Pflanzen und durch diese in tierische Körper übergeht, oder von Tieren selbst aufgenommen wird. In den Stämmen der baumartigen Gräser (Bambuse) scheidet es sich in derben opalähnlichen Knollen aus, welche unter dem Namen Tabasher bekannt sind.

Disthen, Cyanit (Fig. 1 und 2, Taf. VII.)

Krystallisiert triklin, bildet meist lang prismatische bis nadelförmige eingewachsene Krystalle, welche ein rhomboidisches Prisma von 106° 15′ durch die Quer- und Längsflächen darstellen, deren Kombinationskanten gewöhnlich abgestumpft sind (Fig. 1), sehr häufig Kontaktzwillinge nach der Querfläche (Fig. 2). An den Enden sind die nach den Quer- und Längsflächen vollkommen spaltbaren Krystalle gewöhnlich undeutlich ausgebildet, spalten aber deutlich nach den Basisflächen, welche mit den Querflächen Winkel von 100° 50′ und 79° 10′ mit den Längsflächen Winkel von 86° 45′ und 93° 15′ bilden und als Spaltungsflächen oft an zerbrochenen Krystallen gesehen werden. Er ist häufig sapphir- bis himmelblau gefärbt, bis farblos oder weiß, auch grün, gelb, rot, braun oder grau, perlmutterartig glänzend auf den Spaltungs-, glasartig auf den Krystallflächen, durchsichtig bis kantendurchscheinend, hat H. = 4,0—7,0 und sp. G. = 3,5—3,7 Prozent.

Er ist als $Al_2O_3 . SiO_2$ mit 63 Thonerde und 37 Kieselsäure vor dem Lötrohr unschmelzbar, schmilzt mit Borax oder Phosphorsalz zu klarem Glase, wird mit Kobaltsolution befeuchtet und geglüht blau, die Thonerde anzeigend. In Säuren ist er unlöslich.

Sehr schöne blaue und durchsichtige werden bisweilen als Ring- und Nadelsteine geschliffen; sehr reine hauptsächlich aus Ostindien wurden schon für Sapphire verkauft, von denen sie sich jedoch leicht durch die weit mindere Härte unterscheiden.

Er findet sich nicht selten, häufig in Glimmerschiefer, wie am Monte Campione bei Faido in Tessin und am St. Gotthard in der Schweiz, am Greiner und im Pfitschthale in Tyrol, am Bacher in Steiermark, an der Saualpe in Kärnthen, im sog. Eklogit in Bayern, im Granulit in Sachsen und Böhmen u. s. w.

Staurolith (Fig. 3—5.)

Krystallisiert rhombisch und bildet in Gesteinsarten, wie in Glimmerschiefer und Gneis eingewachsene Krystalle, welche prismatisch (Fig. 3) ein Prisma von 128° 42′ mit den Basisflächen darstellen, dessen scharfe Kanten oft durch die Längsflächen gerade abgestumpft sind (Fig. 4), oft noch mit einem Querdoma. Die Krystalle sehr häufig als Kreuzzwillinge verwachsen, rechtwinklig (Fig. 5) oder schiefwinklig. Deutlich spaltbar parallel den Längsflächen. Bruch muschlig bis uneben. Bräunlichrot, rotbraun bis schwarzbraun gefärbt, ähnlich manchem Granat (daher auch Granatit genannt), durchscheinend bis undurchsichtig, glasglänzend, wenn die Oberfläche rein ist; spröde, hat H. = 7,0—7,5 und sp. G. = 3,5—3,8.

Ist ein Silikat von Eisenoxydul und Thonerde mit sehr wenig Magnesia, dessen Formel nicht genau festgestellt ist. In Säuren unlöslich; vor dem Lötrohre unschmelzbar, mit Borax ein durch Eisen grün gefärbtes

Glas gebend, mit Phosphorsalz desgleichen und Kieselsäure ausscheidend.

Findet sich am Monte Campione bei Faido in Tessin (mit Disthen, zum Teil selbst mit diesem zwillingsartig verwachsen) und an der Piora-Alpe westlich vom Luckmanier in der Schweiz, am Greiner im Zillerthal in Tyrol, in der Bretagne in Frankreich, bei St. Jago de Compostella in Spanien, Oporto in Portugal u. a. a. O

Andalusit (Fig. 6 und 7).

Krystallisiert rhombisch, die Krystalle sind prismatische, durch ein Prisma mit den Kanten = 90° 50′ und 89° 10′, also fast rechtwinklig, an dessen Enden die Basisfläche allein oder mit einem Längsdoma (Fig. 6) und Querdoma auftritt; undeutliche Krystalle bilden Stengel, verwachsen stenglige und körnige Aggregate. Er ist meist unrein grau, violett, rot, braun oder grün gefärbt, kantendurchscheinend bis (selten) durchsichtig, glas- bis wachsartig glänzend bis schimmernd, spröde, hat H. = 7,0 — 7,5 und sp. G. = 3,1—3,2.

Ist wie der Disthen das Thonerde-Silikat $Al_2 O_3 . Si O_2$, vor dem Lötrohre unschmelzbar, in Säuren unlöslich. Bemerkenswert ist eine eigentümliche Umwandlung, wodurch er weicher wird und allmählich in Muscovit übergeht.

Er findet sich hauptsächlich in Granit, Gneis oder Glimmerschiefer, wie bei Lisenz in Tyrol, Iglau und Goldenstein in Mähren, Penig in Sachsen, in Andalusien in Spanien, bei Lichtfield und Washington in Connecticut u. s. w. lose im Sande in Brasilien, woher durchsichtige grüne kommen, welche zuweilen als Ringsteine geschnitten werden.

Zum Andalusit gehört der Chiastolith (Hohlspat), welcher in Thon- u. Glimmerschiefer eingewachsen graue Krystalle bildet, welche (Fig. 7) in der Mitte einen Kern der umschließenden Gesteinsart und oft auch an den Rändern dieselbe regelmäßig angewachsen zeigen und im Querschnitt eine eigentümliche, an das griechische X erinnernde Zeichnung zeigen. Solcher findet sich beispielsweise bei Gefrees im Fichtelgebirge, in der Bretagne, in Spanien, Portugal u. a. O.

Turmalin, Schörl (Fig. 8—11).

Krystallisiert hexagonal und bildet meist prismatische bis nadelförmige Krystalle, Stengel und Nadeln, oder kurzprismatische, verwachsen stenglige bis körnige Aggregate. Die Krystalle zeigen ein hexagonales Prisma, dessen Kanten oft durch ein zweites gerade abgestumpft sind und da dessen Flächen abwechselnd breiter und schmäler vorkommen oder von diesen nur drei abwechselnde auftreten, so haben die Krystalle einen eigentümlichen trigonalen Habitus, bilden selbst nur dreiseitige Prismen. Die Prismenflächen sind meist vertikal gestreift. An den Enden treten gewöhnlich Rhomboeder auf und zwar nach den Winkeln der Endkanten verschiedene, solche mit den Endkantenwinkeln = 155° oder 133° 10′, oder 103° 3′, auch die Basisflächen, selten untergeordnete Skalenoeder. Dabei haben eingewachsene, vollständig ausgebildete Krystalle die Eigentümlichkeit, daß die beiden Enden meist verschiedene Flächen zeigen, welche Erscheinung Hemimorphismus genannt wird. Sie sind undeutlich spaltbar, haben muschligen bis unebenen Bruch.

Der Turmalin ist meist gefärbt, schwarz, braun, grün, blau (Indigolith), rot (Rubellit), selten farblos (Achroit), glasglänzend, undurchsichtig bis durchsichtig, spröde, hat H. = 7,0 bis 7,5 und sp. G. = 2,9—3,25. Wird durch Erwärmen, z. B. in warmer Asche (daher Aschenzieher genannt) polarisch elektrisch, durch Reiben positiv.

Die Zusammensetzung ist sehr verschieden, wonach man selbst mehrere Arten unterschied, indem sie als Silikate Thonerde und neben dieser Magnesia, Eisen- oder Manganoxydul, Kalkerde, Alkalien, Eisen- oder Manganoxyd in wechselnden Mengen enthalten, außerdem immer etwas Borsäure und Fluor. Daher verhalten sie sich auch vor dem Lötrohre verschieden, schmelzen zum Teil leicht mit Aufblähen oder zum Teil mehr oder weniger schwierig ohne Aufblähen, zum Teil sehr schwer, dabei etwas anschwellend. Pulverisiert sind sie in Schwefelsäure unvollständig, dagegen vollständig löslich, wenn sie vorher geschmolzen wurden.

Sie finden sich sehr häufig, namentlich die schwarzen, in verschiedenen Gesteinsarten, wie in Granit, Gneis, Glimmer-, Chlorit- und Talkschiefer, in körnigem Dolomit oder Kalk, in Turmalinfels oder Schiefer, im Topasfels u. a., kommen auch in Drusenräumen und auf Gängen vor, lose, als Geschiebe in Sand und im aufgeschwemmten Lande.

Schöne durchsichtige, sogenannte edle werden bisweilen als Ringsteine geschliffen, wie grüne, rote und blaue, desgleichen gebraucht man sie zu Polarisationsapparaten, wie zur Turmalinzange (s. S. 7).

Dichroit, Cordierit, Peliom, Iolith, Luchs- oder Wassersapphir (Fig. 12 und 13).

Krystallisiert rhombisch, gewöhnlich kurzprismatisch und scheinbar hexagonal, indem das Prisma die stumpfen Kanten = 119° 10′ hat und die scharfen Kanten durch die Längsflächen gerade abgestumpft sind. So in Verbindung mit den Basisflächen (Fig. 12) haben sie Ähnlichkeit mit der Kombination des hexagonalen Prisma mit den Basisflächen. Dazu kommen auch noch andere Gestalten in Kombination mit jenen. Außer krystallisiert findet er sich körnig, derb und eingesprengt, auch lose als Geschiebe und Körner. Er ist deutlich spaltbar parallel den Längsflächen und hat muschligen, unebenen bis splitrigen Bruch.

Er ist blaulichweiß bis schwärzlichblau, gelblich und bräunlich, selten farblos; die gefärbten sind in verschiedener Richtung gesehen verschiedenfarbig und an ihnen wurde der Pleochroismus, auch Dichroismus genannt (s. S. 6) entdeckt, glasglänzend, zum Teil in Wachsglanz geneigt, durchsichtig bis kantendurchscheinend; spröde, hat H. = 7,0—7,5 und sp. G. = 2,6—2,7.

Er ist ein Magnesia-Thonerde-Silikat $Mg_2 Al_4 O_8 . Si_5 O_{10}$ mit 13,6 Magnesia, 35,2 Thonerde und 51,2 Kieselsäure und enthält untergeordnet wenig Eisen- und Manganoxydul. Er ist vor dem Lötrohre schwierig an den Kanten schmelzbar, wodurch er sich vom Quarz unterscheidet und in Säuren wenig löslich.

Reine durchsichtige Krystalle finden sich vorzüglich auf Ceylon und in Brasilien lose als Geschiebe und werden, wenn sie schön blau sind, unter dem Namen Wasser- oder Luchssapphir hauptsächlich als Ringsteine (Fig. 13) geschliffen, je nachdem sie hell oder dunkelblau sind. Mittelmäßig große Steine werden mit 7—20 M. bezahlt.

Außerdem finden sich gute Krystalle bei Bodenmais in Bayern, in Finnland, Sibirien und Grönland; derb und eingesprengt kommt er ebendaselbst, sowie bei Tvedestrand und Arendal in Norwegen, am Cabo de Gata in Spanien u. a. O. vor, besonders in Granit und Gneis.

Bemerkenswert ist dieses Mineral durch seine verhältnismäßig leichte Umwandlung in andere Mineralsubstanzen, deren eine ganze Reihe als wasserhaltige Pseudomorphosen nach Dichroit als eigene Spezies aufgestellt wurden, wie der Fahlunit, Gigantolith, Pinit, Praseolith, Aspasiolith, Bonsdorffit, Chlorophyllit, Oosit u. a. m.

II. Amphibole, Augite und verwandte Silikate.

Amphibole und Augite bilden zwei verwandte Reihen von Silikaten, welche im Aussehen und in der Zusammensetzung große Ähnlichkeit zeigen und in verschiedenen älteren und jüngeren Silikatgesteinen, den sogenannten plutonischen und vulkanischen als wesentliche Gemengteile vorkommen, dabei gewöhnlich durch dunkle, grüne, braune bis schwarze Farben hervortreten.


1. Disthenkrystall.
2. Disthenzwilling.
3 u. 4. Staurolithkrystalle.
5. Staurolithzwilling.
6. Andalusit.
8. Turmalin.
7. Chiastolith.
9. Turmalin.
10. Rubellit vom Ural.
11. Grüner Turmalin in Dolomit.
12. Dichroitkrystall.
13. Luchssapphir.
14. Augit von Frascati bei Rom.
15. Diopsid aus Piemont.
16. Strahlstein aus Tyrol.
17. Amphibol aus Böhmen.
18. Amphibolasbest aus der Schweiz.
19. Hypersthen.
20. Bergholz von Sterzing in Tyrol.
21. Serpentin, Pseudokrystalle nach Olivin.
22. Serpentin aus den Apenninen, geschliffen.
23. Ophicalcit aus Corsica, geschliffen.
24. Eklogit von Gefrees im Fichtelgebirge.

Augit, Pyroxen, Diopsid, Baikalit, Malakolith, Pyrgom, Fassait, Salit, Kokkolith u. s. w. (Fig. **14** u. **15** Taf. **VII**.)

Die Augite krystallisieren monoklin und bilden in gewissen Porphyren, Aphanitporphyr (zum Teil Augitporphyr und Melaphyr genannt), Basalt- und Basanitporphyr eingewachsen, meist schwarze Krystalle (Fig. **14**), welche gewöhnlich die Kombination eines Prisma von 87° 6′ und 92° 54′ mit den die scharfen und stumpfen Kanten gerade abstumpfenden Quer- und Längsflächen darstellen, an deren Enden eine Hemipyramide eine schräge Zuschärfung mit dem Endkantenwinkel = 120° 48′ auftritt. Oft bildet er nur undeutlich begrenzte Körner, welche in Gesteinsarten, wie Gabbro und Dolerit, wesentlicher Gemengteil sind, auch körnige Aggregate (Kokkolith) bilden. In Drusenräumen aufgewachsene Krystalle zeigen oft mehrfache Kombinationen (Pyrgom, Fassait, Malakolith u. a.), sind dunkel oder heller grün (Diopsid, besonders schön an der Mussaalpe im Alathal in Piemont und im Zillerthale in Tyrol) bis fast farblos (Fig. **15**). Glasglänzend bis schimmernd, undurchsichtig bis durchsichtig, spröde, spaltbar mehr oder minder deutlich nach den Prisma-, Quer- und Längsflächen. H. = 5,0—6,0, sp. G. = 3,0—3,4.

Augit und Diopsid, auch bisweilen als zwei Spezies getrennt, sind wesentlich Silikate $RO.SiO_2$, wobei RO wesentlich Kalkerde und Magnesia ausdrückt, nebst Eisenoxydul, welches an Menge wechselnd die Verschiedenheit der Farbe bedingt und die Magnesia teilweise vertritt. Außerdem enthalten auch die Augite etwas Thonerde als Vertreter eines Teiles des Silikates. Vor dem Lötrohre schmelzen sie mehr oder weniger schwierig zu schwarzem, braunem, grünem oder grauem Glase und sind in Säuren wenig oder nicht löslich.

Die durchsichtigen, schön grün gefärbten Diopside des Zillerthales werden zuweilen als Ringsteine geschnitten.

An den Augit und Diopsid reihen sich noch andere Silikate der Formel $RO.SiO_2$, so der als Kalkaugit betrachtete Wollastonit, welcher die Formel $CaO.SiO_2$ hat und 48,25 Kalkerde und 51,75 Kieselsäure enthält. Derselbe findet sich selten krystallisiert (monoklin), wie am Vesuv und am Capo di Bove bei Rom, bildet aber meist körnigblättrige, schalige (daher Tafelspat und Schalstein genannt), auch radialstenglige bis faserige Aggregate. Die zwei vollkommenen Spaltungsflächen schneiden sich unter 84° 30′ und 95° 30′. Er ist farblos bis weiß, graulichweiß, gelblichweiß bis isabellgelb, rötlichweiß bis fleischrot, glas- bis perlmutterglänzend, halbdurchsichtig bis durchscheinend, hat H. = 4,5—5,0 und sp. G. = 2,78—2,91. Vor dem Lötrohre schmilzt er schwierig zu halbdurchsichtigem Glase, leuchtet stark und färbt die Flamme gelblichrot; ist in Salzsäure löslich, Kieselgallerte abscheidend. Als Fundorte sind Auerbach an der Bergstraße, Cziklowa und Orawicza im Banat, Gökum in Schweden, Kongsberg in Norwegen und Perhenieni in Finnland zu erwähnen. Ferner der Rhodonit $MnO.SiO_2$, der bei den Manganverbindungen beschrieben ist, der Hypersthen und Enstatit.

Hypersthen, Paulit (Fig. **19**) und Enstatit.

Diese beiden verhalten sich zueinander wie der Augit zum Diopsid; Enstatit ist $MgO.SiO_2$ und Hypersthen enthält reichlich Eisenoxydul neben der Magnesia. Beide krystallisieren rhombisch und kommen selten krystallisiert vor, bilden undeutliche Individuen und derbe krystallinische Massen, zeigen Spaltbarkeit parallel den Quer- und Längsflächen und dem von Augit wenig abweichenden Prisma. Der Enstatit ist farblos, graulich- und grünlichweiß bis grün, der Hypersthen dunkelgrün, grünlichschwarz, bräunlichschwarz, zeigt auf den vollkommenen Spaltungsflächen parallel den Längsflächen starken metallisierenden Perlmutterglanz mit rötlichem Schiller,*) während bei Enstatit die vollkommenen Spaltungsflächen parallel den Querflächen perlmutterartig glänzen, sonst ist der Glanz wachsartig.

Der Enstatit ist halbdurchsichtig bis kantendurchscheinend, der Hypersthen nur in feinen Splittern durchscheinend bis undurchsichtig. Seine H. ist = 6, das sp. G. = 3,3—3,4, bei Enstatit H. = 5,0—5,5 und sp. G. = 3,1—3,3, alles Unterschiede, die mit dem Eisengehalt zusammenhängen. Vor dem Lötrohre ist der Hypersthen mehr oder weniger leicht zu schwarzem magnetischem Glase schmelzbar und in Säuren wenig löslich, der Enstatit unschmelzbar und in Säuren unlöslich.

Die Augite, wie sie namentlich in den Gabbro genannten Gesteinsarten als Gemengteil mit gewissen Feldspaten vorkommen, erleiden oft eine eigentümliche Umänderung durch Aufnahme von ein wenig Wasser und Abgabe geringer Mengen der Basen RO, wobei das Eisenoxydul sich zum Teil in Eisenoxydhydrat umwandelt. Hierbei tritt die Spaltbarkeit nach den Quer- oder Längsflächen deutlicher hervor und die Spaltungsflächen zeigen starken Perlmutterglanz. Solche Umwandlung hat Veranlassung gegeben, diese Vorkommnisse eigens zu benennen, Schillerspate oder bei Augit und Diopsid Diallagit, bei Enstatit Diaklasit und Bronzit, auch Bastit nach einem Vorkommen an der Baste am Harz.

Eine andere eigentümliche Umänderung ist die des Augit in Amphibol, wobei die Augitindividuen ihre Gestalt behalten und aus feinen nadelförmigen bis faserigen Amphibolindividuen zusammengesetzt sind. Solche Pseudomorphosen des Amphibol nach Augit heißen Uralit nach dem Vorkommen in uralischem Aphanitporphyr, und wenn sie aus Diopsid hervorgehen, Traversellit von Traversella in Piemont und bei hellgrüner Färbung Smaragdit. Solcher Smaragdit findet sich in gewissen Gabbrovarietäten, die darnach Smaragditgabbro genannt werden und im Gemenge mit rotem Granat in dem Eklogit (Fig. **24**) genannten Gestein von Hof und Gefrees im Fichtelgebirge, von der Saualpe in Kärnthen u. a. O., welcher wegen der verschiedenen Färbung der einzelnen Gemengteile geschliffen und poliert ein sehr schönes Aussehen hat. Dazu tritt auch noch nadelförmiger dunkelgrüner Amphibol, blauer Disthen und weißer Glimmer.

Amphibol, Hornblende, Pargasit, Karinthin, Grammatit, Tremolit, Strahlstein, Byssolith, Asbest u. s. w. (Fig. **16—18**).

Krystallisiert auch monoklin, jedoch anders als Augit; die Krystalle, welche in gewissen Porphyren wie der Augit vorkommen, auch in anderen Gesteinen eingewachsen oder in Drusenräumen auf Klüften und Spalten aufgewachsen vorkommen, zeigen ein stumpfwinkliges monoklines Prisma von 124° 30′, dieses oft in Kombination mit den Längsflächen, welche die scharfen Prismenkanten gerade abstumpfen. An den Enden sind gewöhnlich drei Flächen vorhanden, von denen zwei einer Hemipyramide angehören und die Endkante von 148° 39′ bilden, eine die Basisfläche ist, wodurch die Amphibolkrystalle einige Aehnlichkeit mit Turmalinkrystallen zeigen, die stumpf rhomboedrisch begrenzt sind. Außer diesen Gestalten treten auch noch verschiedene andere in den Kombinationen auf. Langgestreckte prismatische bis nadelförmige Krystalle, in Gesteinen eingewachsen oder zu Aggregaten verwachsen heißen Strahlstein, haarförmige oder fasrige aufgewachsene Byssolith, oder parallel oder unregelmäßig verwachsene Asbest (Fig. **18**) Amphibolasbest im Gegensatz zu dem Serpentinasbest, fasrigem Serpentin.

Er ist vollkommen spaltbar nach dem Prisma von 124° 30′, unvollkommen parallel den Quer- und Längsflächen, schwarz, braun, grün, grau, weiß bis farblos, undurchsichtig bis halbdurchsichtig, glasglänzend, stark bis schimmernd, in Perlmutterglanz neigend auf den vollkommenen Spaltungsflächen, seidenartig der fasrige. H. = 5,0—6,0; sp. G. = 2,8—3,3.

*) Fig. 19, Spaltungsstück des Paulit genannten Hypersthen von der St. Pauls-Insel an der Küste Labrador in Nord-Amerika.

In der Zusammensetzung steht der Amphibol dem Augit sehr nahe, indem er dieselbe Formel $RO . SiO_2$ hat und die Basen RO ebenfalls Magnesia, Kalkerde und Eisenoxydul sind, jedoch ist er im allgemeinen reicher an Magnesia. Der Gehalt an Eisenoxydul wechselt, daher die eisenarmen bis fast eisenfreien als Grammatit (Tremolit) vom Amphibol getrennt wurden. Dieser entspricht der Formel $3 (MgO . SiO_2) + CaO . SiO_2$, während die analogen eisenarmen Diopside der Formel $MgO . SiO_2 + CaO . SiO_2$ entsprechen. Oft enthalten auch die Amphibole wie die Augite Thonerde, welche entweder von Beimengungen herrührt oder einen Teil des Silikates ersetzt. Vor dem Lötrohre mehr oder weniger leicht, zum Teil mit Aufschwellen und Kochen zu grauem oder durch Eisengehalt gelb, grün oder braun gefärbtem Glase schmelzbar. In Salzsäure wenig oder nicht löslich.

Der Amphibol findet sich sehr häufig und bildet außer dem Vorkommen in Porphyren einen wesentlichen Gemengteil des Syenit, Diorit, Corsit, Andesit u. a. hierbei gewöhnlich körnig-blättrig bis nadelförmig, für sich auch den Amphibolit, Amphibolfels und Amphibolschiefer. Die Asbest genannten fasrigen bilden auch ähnlich wie der Serpentinasbest verworrenfaserige Massen von mehr oder minderer Festigkeit, die Bergkork, Bergfleisch, Bergleder u. s. w. genannt wurden, sich aber stets durch ihr Lötrohrverhalten und durch den Mangel an Wasser von den im Aussehen gleichen Serpentinasbesten unterscheiden lassen.

An die Amphibole reiht sich der Anthophyllit, welcher mit dem Hypersthen vergleichbar wesentlich Magnesia und Eisenoxydul enthält, aber wie die Amphibole stenglig, strahlig bis fasrig krystallinische Aggregate bildet, ist graulichbraun, gelblichgrau, grünlich bis lauchgrün, perlmutterartig bis seidenglänzend und vor dem Lötrohre schwer schmelzbar, in Säuren unlöslich. Er findet sich selten, wie bei Kongsberg und Modum in Norwegen, Fiskenäs in Grönland und bei Bodenmais in Baiern.

Bergholz, Holzasbest, Xylotil (Fig. 20).

Ein im Aussehen eigentümliches fasriges Mineral, halb vermodertem Holze ähnliche Massen bildend, holzbraun, gelblichbraun bis gelblichgrün, seiden- bis wachsartig schimmernd, undurchsichtig bis in Splittern durchscheinend, fein bis rauh anzufühlen, hat H. = 2,5 und sp. G. = 2,0—2,5, erscheint aber in der derben Masse viel leichter, weil die Fasern locker verwachsen sind. Schwärzt sich vor dem Lötrohre und ist nur an den Spitzen dünner Fasern zu schwarzer glasiger Kugel schmelzbar, dagegen in Salzsäure ziemlich leicht auflöslich. Er ist ein wasserhaltiges Silikat von Eisenoxyd, Eisenoxydul und Magnesia, findet sich bei Sterzing in Tyrol und scheint ein Umwandlungsprodukt des Serpentinasbest zu sein.

Serpentin, Ophit, Chrysotil, Asbest, Amianth (Fig. 21—23).

Derselbe bildet als Gesteinsart dichte bis feinkörnige Massen mit splittrigem bis unebenem Bruche, ist meist grün, hell bis dunkel gefärbt, gefleckt, geflammt, geadert, auch bis grünlichschwarz, zum Teil rötlichbraun, hat schwachen Wachsglanz, ist durchscheinend bis undurchsichtig, hat H. = 3,0—4,0 und sp. G. = 2,5—2,7 und ist milde bis wenig spröde. Er ist ein wasserhaltiges Magnesia-Silikat $2 H_2O . MgO + 2 (MgO . SiO_2)$ mit mehr oder weniger stellvertretendem Eisenoxydul, wovon die Farbe abhängt. Im Kolben erhitzt gibt er Wasser ab, schmilzt nur schwierig an den schärfsten Kanten der Splitter und ist pulverisiert in Schwefelsäure auflöslich.

Interessant sind die rhombisch gestalteten grünen Krystalle (Fig. 21) von Snarum in Norwegen, welche Serpentinpseudomorphosen nach Olivin darstellen, wodurch man darauf geführt wurde, daß der Serpentin ein Umwandlungsprodukt von Olivinfels sei, jedoch entsteht er auch durch Umwandlung von Augiten, wie von Enstatit.

In dem dichten Serpentin finden sich häufig Klüfte und Sprünge, welche mit einem grünen bis grünlichweißen parallelfasrigen seidenglänzenden Minerale ausgefüllt sind, oder es findet sich dieses faserige Mineral mit dem dichten Serpentin innig verwachsen. Dasselbe ist aber nur fasriger Serpentin (Chrysotil, Asbest, Amianth genannt), bildet oft verworren fasrige feste und lockere Massen, welche dem Amphibolasbest sehr ähnlich sind und daher die verworren fasrigen, mehr oder minder fest oder locker verwachsenen Aggregate auch Bergkork, Bergfleisch, Bergleder, Bergpapier u. s. w. genannt wurden.

Der dichte Serpentin wird vielfach verwendet zu Ornamenten und Utensilien, wie Reibschalen, Dosen, Briefbeschwerern, Schreibzeugen, Leuchtern u. s. w., weil er sich sehr gut bearbeiten und wegen seiner Zähigkeit auch drechseln läßt. Bezügliche Fabriken finden sich in Sachsen und Schlesien.

Als Gesteinsart findet er sich auch mit anderen Mineralen verwachsen, wie mit weißem körnigem Kalk, den Ophicalcit, von den Bildhauern grüner Marmor, auch verde di Corsica (Fig. 23 aus Corsica) bildend, ähnlich wie Brekzie im Aussehen, daher auch Serpentinbrekzie genannt. Geschliffen haben diese ein sehr schönes Aussehen und man verfertigt daraus verschiedenartige Ornamente, Tischplatten, Vasen, Säulen u. s. w.

III. Feldspate, feldspatartige Minerale.

Die sogenannten Feldspate, wie sie als Gemengteile verschiedener Gesteinsarten, wie Granit, Syenit, Diorit, Gabbro, Trachyt, Dolerit, u. s. w. in Porphyren, wie Felsit-, Aphanit-, Lithoid-, Obsidian-, Phonolithporphyr u. a. m. vorkommen, bilden eine Reihe verschiedener Minerale, welche sich durch ihre ähnliche Spaltbarkeit und Zusammensetzung als verwandte Minerale erweisen, indem sie zweifach vollkommen bis deutlich spaltbar sind, rechtwinklig oder fast rechtwinklig und Doppelsilikate bilden, nämlich von Thonerde mit Alkalien oder Kalkerde und in Härte und sp. G. wenig von einander verschieden sind. Bei ihrer großen Verbreitung in Gesteinsarten sind sie für die Pflanzenwelt wegen des Alkaligehaltes sehr wichtig und durch ihre Verwitterung entstehen die sogenannten Thone, die mehr oder weniger rein massenhaft vorkommen und vielfach verwendet werden.

Orthoklas, Kalifeldspat (Taf. VIII. Fig. 1—4).

Derselbe krystallisiert monoklin und bildet sowohl in Gesteinsarten, wie Porphyren und Graniten eingewachsene und in Drusenräumen, Höhlen, Spalten und Gängen aufgewachsene Krystalle, welche in ihrer einfachsten Ausbildung ein monoklines Prisma (Fig. 1) von 118°47′ darstellen, welches durch eine schiefe, auf die stumpfen Prismenkanten gerade aufgesetzte Fläche begrenzt ist. Diese schiefe Fläche ist entweder die Basisfläche und dann unter 115°58′ gegen die stumpfe Prismenkante geneigt, oder ein positives Querhemidoma und dann unter 114°22′ gegen dieselben Kanten geneigt. Auch kommen beide Flächen zugleich vor und bilden dann eine an rhombische Krystalle erinnernde horizontale Zuschärfung, wie durch ein Querdoma mit der Endkante = 129°40′. Meist sind die scharfen Kanten des Prisma durch die Längsflächen gerade abgestumpft und außer den angeführten Gestalten noch verschiedene andere zu beobachten, wie überhaupt die Krystalle sehr mannigfaltige sind. Durch vorherrschende Ausdehnung nach der Längsachse werden rechtwinklig vierseitig prismatische Krystalle gebildet, die in Granit und Felsitporphyr eingewachsen vorkommen (Fig. 3), woran die vorherrschenden Flächen die Basis- und Längsflächen sind. Da diese sich rechtwinklig schneiden und der Orthoklas nach ihnen vollkommen spaltbar ist, hat er darnach den Namen Orthoklas erhalten (der rechtwinklig spaltbare). Häufig finden sich Zwillinge, Drillinge, Vierlinge u. s. w.

Der Orthoklas ist farblos bis weiß, grau, gelblichweiß, rötlichweiß, fleischrot bis rötlichbraun, selten grün (der Amazonenstein vom Amazonenflusse, vom Pikes Peak in Colorado u. a. O. in Amerika und vom Ural); der farblose hat bisweilen einen eigentümlichen blauen Lichtschein (der sog. Mondstein), der Glanz ist glasartig, auf vollkommenen Spaltungsflächen in Perlmutterglanz geneigt, stark bis sehr schwach; die Durchsichtigkeit ist wechselnd, oft ist er nur schwach kantendurchscheinend. Er ist spröde, hat H. = 6 und sp. G. = 2,53—2,60.

Er ist ein Kalithonerde-Silikat $K_2 Al_2 O_4 . Si_6 O_{12}$ mit 16,9 Kali, 18,4 Thonerde und 64,7 Kieselsäure, enthält oft etwas Natron, Kalkerde und Eisenoxyd, die letzteren in Folge von Beimengungen. Von Säuren wird er kaum angegriffen. Vor dem Lötrohre ist er schwierig zu trübem blasigem Glase schmelzbar und mit Kobaltsolution befeuchtet und geglüht wird er an den geschmolzenen Stellen blau.

Als Varietäten unterscheidet man gewöhnlich den Adular, welcher in Drusenräumen, Höhlen, in Gängen und auf Klüften aufgewachsene mehr oder weniger durchsichtige bis durchscheinende, farblose bis weißliche Krystalle bildet (schöne und große in der Schweiz), den gemeinen Feldspat, welcher meist gefärbt, wenig glänzend, durchscheinend bis an den Kanten ist, krystallisiert und krystallinisch als Gemengteil in Gesteinen vorkommt, — den Sanidin, welcher oft tafelartige Krystalle, wie in Trachyten bildet und bei grauer bis weißlicher Färbung oder selbst farblos sich durch starken glasartigen Glanz und größere Pellucidität auszeichnet, mit Rissen und Sprüngen stark durchsetzt ist und meist noch Natron neben Kali enthält. Andere Varietäten, wie der Mondstein bei den Adularen, der farbenspielende oder labradorische Feldspat, der Amazonenstein u. a. sind untergeordnet, nur werden sie bisweilen zu Ring- und Schmucksteinen geschliffen, zu Dosen und anderen kleinen Gerätschaften verarbeitet.

Der gemeine Feldspat wird zur Porzellanbereitung verwendet, so wie auch die aus seiner Zersetzung hervorgehende Porzellanerde (der Kaolin). Der Orthoklas nämlich erleidet, so wie auch andere Feldspate eine anfänglich nur wenig bemerkbare, allmählich aber fortschreitende Zersetzung, wodurch schließlich eine feinerdige, weiße, zerreibliche Substanz entsteht, welche ein wasserhaltiges Thonerdesilikat mit 39,5 Thonerde, 13,9 Wasser und 46,6 Kieselsäure darstellt. Dieselbe ist in kochender Kalilauge oder in Schwefelsäure löslich, vor dem Lötrohre unschmelzbar und wird mit Kobaltlösung befeuchtet und geglüht schön blau. Sie findet sich stellenweise sehr reichlich, wie bei Aue unweit Schneeberg in Sachsen, bei Limoges in Frankreich u. a. a. O. und bedingt vom Wasser fortgeschwemmt und lagerartig abgesetzt die Bildung des Thon und Lehm, durch Beimengung anderer Substanzen, namentlich sandigen und pulverulenten Quarz verunreinigt. Feste Massen des Kaolin heißen Steinmark. Zu bemerken ist noch, daß durch die Zersetzung der Feldspate nicht immer Kaolin entsteht, sondern auch andere weiße erdige bis dichte Substanzen gebildet werden, wie der Halloysit, Severit, Dillnit, Cimolit u. a., welche dieselben Bestandteile, aber in anderen Mengenverhältnissen enthalten. Durch die beginnende Verwitterung werden die Feldspate trübe, matt und mürbe und zeigen beim Erhitzen im Glaskolben etwas Wasser.

Albit, Periklin, Natronfeldspat. (Fig. 5, Taf. VIII).

Dieser Feldspat findet sich krystallisiert und krystallinisch wie der Orthoklas, doch sind seine Krystalle trikline und haben oft eine gewisse Aehnlichkeit mit denen des Orthoklas, nur andere Winkel, sind oft tafelartig durch die vorherrschenden Längsflächen, oft auch kurzprismatisch und in der Richtung der Querachse ausgedehnt (Fig. 5, der Periklin genannte in der Kombination des triklinen Prisma von 120°47′ mit den Längs- und Basisflächen und einem positiven Querhemidoma). Sie finden sich in Drusenräumen, Gängen und Klüften oder in ähnlicher Weise eingewachsen wie der Orthoklas, nur seltener, sehr häufig als Zwillinge, Drillinge u. s. w. Die Spaltungsflächen sind vollkommen oder deutlich parallel den Längs- und Basisflächen und schneiden sich schiefwinklig unter 86°24′ und 93°36′, also schiefwinklig gegenüber dem rechtwinklig spaltbaren Orthoklas.

Er ist häufig weiß, selten farblos, oft gefärbt, gelb, rot, grün, braun, grau, glasglänzend bis schimmernd, durchsichtig bis fast undurchsichtig, hat H. = 6,0—6,5 und sp. G. = 2,60—2,67. Er ist wesentlich Natronthonerdesilikat $Na_2 Al_2 O_4 . Si_6 O_{12}$ mit 11,83 Natron, 19,47 Thonerde und 68,7 Kieselsäure und enthält oft etwas Kali, Kalkerde, Magnesia und Eisenoxyd, letztere beide besonders durch Beimengungen. Vor dem Lötrohre schmilzt er etwas leichter als der Orthoklas zu trübem weißem Glase, die Flamme stark rötlichgelb durch das Natron färbend. In Säuren ist er nicht oder sehr schwierig etwas löslich.

Oligoklas, Andesin, Labradorit, Anorthit.

An den Albit reihen sich diese verschiedenen Feldspate, welche, wenn sie krystallisiert vorkommen, trikline Krystalle wie der Albit und diesem sehr ähnliche, bilden und wie dieser zweifach schiefwinklig spaltbar sind, parallel den Basis- und Längsflächen und unter nahe zu gleichen Winkeln wie jener. Dies rührt davon her, daß Albit und Anorthit isomorph sind und diese beiden als isomorphe Schlußglieder der ganzen Reihe durch eine Reihe von Feldspatvorkommnissen verbunden werden, welche aus Albit und Anorthit in wechselnden Mengenverhältnissen bestehen. Der Anorthit (auch Kalkfeldspat genannt) ist wesentlich ein Kalkthonerdesilikat der Formel $Ca Al_2 O_4 . Si_2 O_4$ mit 20,14 Kalkerde, 36,7 Thonerde und 43,16 Kieselsäure, und da die Zwischenglieder eine Reihe zwischen dem Albit und Anorthit bilden, so enthalten sie wesentlich Natron und Kalkerde neben Thonerde und Kieselsäure und mit der Abnahme an Natron ist eine Zunahme von Kalkerde und Thonerde und Abnahme der Kieselsäure verbunden. Oft finden sich auch geringe Mengen von Kali, welche entweder Natron ersetzen oder von beigemengtem Orthoklas herrühren. Für solche Zwischenglieder wurden verschiedene Namen gegeben und so wurden Oligoklas, Andesin und Labradorit unterschieden, welche nach der mittleren Zusammensetzung Formeln erhalten. Hiernach besteht der Oligoklas aus 3 Molekulen Albit und 1 Molekul Anorthit, der Andesin aus 1 Molekul Albit und 1 Molekul Anorthit und der Labradorit aus 1 Molekul Albit und 3 Molekul Anorthit. Gemeinsam werden sie auch mit den beiden Schlußgliedern Plagioklase genannt, d. h. schiefwinklig spaltbare Feldspate.

Im Aussehen sind sie im allgemeinen übereinstimmend, weiß bis farblos oder gefärbt, glas- bis wachsglänzend, in verschiedenem Grade pellucid, haben H. = 6 und im sp. G. nehmen sie von Albit an allmählich zu. Der Anorthit hat das höchste, = 2,67—2,78. Vor dem Lötrohre schmelzen Oligoklas, Andesin und Labradorit leichter als Albit und Anorthit und untereinander verglichen leichter, je mehr Kalkerde sie enthalten. In Säuren werden sie um so mehr angegriffen, je mehr Kalkerde sie enthalten, der Anorthit wird von Salzsäure vollständig zersetzt. Den allmählichen Wechsel in der Zusammensetzung erläutert die mittlere Prozentzahl der wesentlichen Bestandteile.

	Natron.	Kalkerde.	Thonerde.	Kieselsäure.
Albit	11,83	—	19,47	68,70
Oligoklas	10,05	3,03	22,05	64,86
Andesin	7,73	6,98	25,44	59,85
Labradorit	4,56	12,37	30,04	53,02
Anorthit	—	20,14	36,70	43,16

Bei ihrem Vorkommen in Gesteinsarten, wie Granit, Gneis, Diorit, Gabbro, Felsit- und Aphanitporphyren, Trachyt, Dolerit, Andesit, Basanit- und Basaltporphyren u. a. lassen sich die gemischten Feldspate, wenn sie deutliche Spaltbarkeit zeigen, durch eine eigentümliche auf vielfacher Zwillingsbildung beruhende feine parallele Streifung auf den basischen Spaltungsflächen erkennen. Der Labradorit

zeigt, besonders der von der St. Pauls-Insel, von der Küste von Labrador in Nordamerika, der aus Finnland und mancher schlesische eine eigentümliche Farbenwandlung, indem das an sich meist graue Mineral, besonders geschliffen und poliert beim Hin- und Herdrehen der Stücke prächtige gelbe, rote, blaue und grüne Farben erscheinen läßt (Fig. 9 und 10). Er wird deshalb zu Dosen, Ringsteinen, Brochen u. dergl. geschliffen.

An die genannten Feldspate reihen sich zwei Lithion-thonerde-Silikate, der Petalit $Li_2 Al_2 O_4 . Si_8 O_{16}$, welcher wie Feldspat groß- bis grobkörnig in Granit der schwedischen Insel Utoë, bei York in Canada und Bolton in Massachusetts, monoklin krystallisiert (Kastor genannt) auf der Insel Elba vorkommt und der monokline Spodumen, auch Triphan genannt, $Li_2 Al_2 O_4 . Si_4 O_8$ von Norwich in Massachusetts u. a. O., welcher wie Diopsid krystallisiert. Beide färben vor dem Lötrohre die Flamme durch das Lithion rot und schmelzen leicht.

Ein dem Orthoklas in der Zusammensetzung verwandtes Mineral, welches in gewissen Leucitophyr genannten vulkanischen Gesteinsarten, wie am Vesuv und Monte Somma in Italien, am Laacher See u. a. O. eingewachsen vorkommt, ist der Leucit, welcher meist das sogenannte Leucitoeder (Taf. IX., Fig. 1) bildet oder rundliche Körner, bisweilen körnige Aggregate, ist grau bis weiß, selten blaßrot, wachsglänzend auf den muschligen Bruchflächen, mehr oder weniger durchscheinend, spröde, hat H. = 5,5—6,0 und sp. G. = 2,4—2,5. Er ist $K_2 Al_2 O_4 . Si_4 O_8$ mit 21,6 Kali, 23,4 Thonerde und 55,0 Kieselsäure. Ist vor dem Lötrohre unschmelzbar und unveränderlich, wird mit Kobaltlösung befeuchtet und geglüht blau und ist in Salzsäure auflöslich, pulverige Kieselsäure ausscheidend.

Ebenso ist dem Albit verwandt ein anderes in vulkanischen Gesteinsarten, wie im Nephelindolerit vorkommendes Mineral, der Nephelin (Eläolith), welcher hexagonal krystallisiert, am einfachsten als Prisma mit der Basisfläche, oder krystallinisch körnig vorkommt, auch grau bis farblos oder wenig gefärbt, auf den muschligen Bruchflächen wachsglänzend, durchscheinend bis durchsichtig ist, H. = 5,5—6,0 und sp. G. = 2,5—2,7 hat. Dieser ist $Na_2 Al_2 O_4 . Si_2 O_4$ mit etwas Kali neben Natron und vor dem Lötrohre zu blasigem Glase schmelzbar und in Salzsäure löslich, die Kieselsäure als Gallerte abscheidend.

Felsit- und Aphanitporphyre (Fig. 6—8).

Wegen des Vorkommens der Feldspate sind hier zwei Gesteinsarten zu erwähnen, in denen Feldspatkrystalle oder körnige Individuen eingewachsen vorkommen. Diese sind Porphyre, welche oft nur nach der Farbe als grüne (Fig. 6), schwarze (Fig. 7) braune und rote (Fig. 8) benannt werden. Diese Porphyre sind sogenannte eruptive Gesteinsarten, welche wesentlich aus einer dichten Grundmasse (Felsit oder Aphanit) bestehen und in dieser Grundmasse besonders Feldspate, auch Quarz, Glimmer, Augit und Amphibol als Krystalleinsprenglinge enthalten. Nach der Grundmasse unterscheidet man sie als Felsit- und Aphanitporphyre. Bei jenen ist die Grundmasse Felsit, dicht bis höchst feinkörnig, häufig rot, auch braun, gelb, blaßgrün, grau bis fast schwarz gefärbt, in welcher entweder nur Feldspatkrystalle oder Körner (Orthoklas oder Oligoklas) eingewachsen enthalten sind, oder auch Quarzkrystalle oder Körner und dunkle Glimmerlamellen. Die roten Porphyre dieser Art, welche meist nur Feldspatkrystalle enthalten, sind sehr häufig und finden sich sehr schön in Oberägypten (Fig. 8). Diese wurden schon (der antike rote Porphyr) von den alten Ägyptern häufig zu Denksäulen und monumentalen Bauten überhaupt, zu Sarkophagen u. s. w. verwendet und werden jetzt noch zu ähnlichen Zwecken benützt. Felsitporphyre überhaupt finden sich als eruptive plutonische Gesteine, Spaltenausfüllungen, Einlagerungen oder Durchbrüche in sogenannten Urgebirgen und den älteren Formationen bildend, wie in Tyrol, im Schwarzwald, im Erzgebirge, in den Vogesen, im Kaukasus u. s. w. Nach der Grundmasse und den Einsprenglingen schließen sie sich den Graniten und Syeniten an.

Die Aphanitporphyre haben als Grundmasse Aphanit, welche grün bis schwarz zunächst den sogenannten Grünsteinen oder den Diorit und Gabbro genannten Gesteinsarten verwandt ist und enthalten als Einsprenglinge oft nur Feldspatkrystalle, Oligoklas oder Labradorit, Andesin und Anorthit, oder auch Amphibol oder Augit, diese zum Teil gleichzeitig mit Feldspat. Der sehr schöne grüne, antike grüne Porphyr (Fig. 6) stammt aus Griechenland und nimmt eine sehr schöne Politur an, daher er vielfach zu architektonischen Zwecken verwendet wurde. Aehnlich findet er sich in den Vogesen, am Harz u. a. O. Schwarze Aphanitporphyre werden auch Melaphyr genannt, ebenso aber auch dunkelgraue bis schwarze Felsitporphyre, wie der in Fig. 7 dargestellte von Elfdalen in Schweden.

Da diese Porphyre überhaupt sehr verschiedene Varietäten bilden, so haben sie sehr verschiedene Namen, welche zum Teil von der Farbe, von der Grundmasse oder von den Einsprenglingen entlehnt worden sind. Die Felsitporphyre werden oft nur schlichthin Porphyre genannt und da sie sich nach den Einsprenglingen unterscheiden, so heißen Quarzporphyre solche, welche Quarz allein oder mit Feldspat, oder mit Feldspat und Glimmer enthalten, im Gegensatz dazu nennt man die quarzfreien auch Porphyrite, wozu der antike rote Porphyr gehört. Der Name Feldspatporphyre nach den Einsprenglingen bezieht sich auf Felsit- und Aphanitporphyre, wenn sie Feldspat als Einsprenglinge enthalten, Augitporphyre sind Aphanitporphyre, welche Augitkrystalle enthalten.

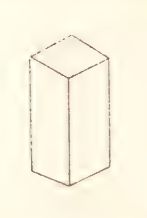
IV. Glimmerartige Minerale.

Dieselben bilden meist, besonders wenn sie in Gesteinsarten als wesentlicher Gemengteil vorkommen, lamellare Krystalle, spalten in einer Richtung vollkommen und haben auf den Spaltungsflächen perlmutterartigen Glanz, weshalb sie durch diesen Glanz in den Gesteinen auffallend hervortreten, auch wenn sie nur kleine Blättchen oder Schuppen bilden und deshalb Glimmer genannt wurden. Sie sind meist wasserhaltige Silikate.

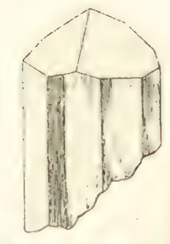
Muscovit, Kaliglimmer, Lithionglimmer, Lithionit (Fig. 12).

Der Muscovit findet sich als Gemengteil in Granit, Gneis und Glimmerschiefer, meist undeutlich begrenzte tafelartige Individuen, Blätter bis Schüppchen bildend, in Drusenräumen und Klüften oft krystallisiert, gewöhnlich sechsseitige Tafeln, welche durch die vorherrschende Basisfläche gebildet als Randflächen ein monoklines Prisma von fast 120° zeigen, dessen scharfe Karten durch die Längsflächen gerade abgestumpft sind und hexagonalen Tafeln gleichen. Optisch untersucht, wie durch die Turmalinzange erweisen sie sich als opisch zweiachsig. Er ist sehr vollkommen parallel den Basisflächen spaltbar und die Spaltungslamellen sind elastisch biegsam. Große Tafeln, wie sie in Graniten in Sibirien (russisches Glas, verre de Muscovie im Handel genannt), Brasilien und Nordamerika vorkommen, lassen sich leicht in dünne Blätter spalten und zu Fensterscheiben, besonders zweckmäßig in Schiffen, als Scheiben bei Füllöfen, an Lampenschirmen verwenden.

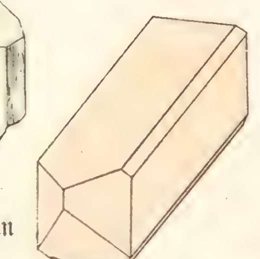
Er ist farblos, weiß, graulich und gelblich, gelb bis braun, auch grün gefärbt, mehr oder minder durchscheinend bis durchsichtig, je nach der Dicke der Blätter, auf den Basis- und den entsprechenden Spaltungsflächen perlmutterartig glänzend, auf den Randflächen der Krystalle und Blätter glas- bis wachsartig, milde, hat H. = 2,0—3,0 und sp. G. = 2,8—3,1. Er ist ein wasserhaltiges Kalithonerde-Silikat $H_4 K_2 Al_6 O_{12} . Si_6 O_{12}$ mit 11,8 Kali, 4,5 Wasser, 38,6 Thonerde und 45,1 Kieselsäure und enthält meist ein wenig Eisenoxyd, bisweilen Mangan- oder



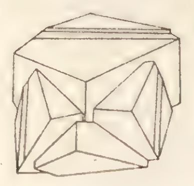
1. Orthoklaskrystall



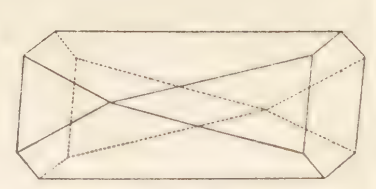
2. Amazonenstein vom Ural.



3. Gemeiner Feldspat aus Porphyrgranit.



4. Adularvierling.



5. Periklinkrystall.



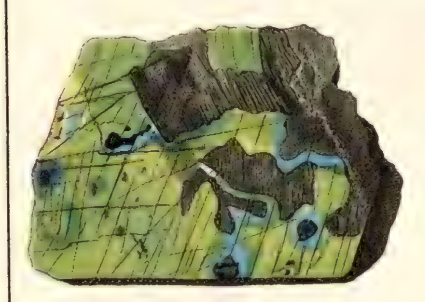
6. Aphanitporphyr geschliffen.

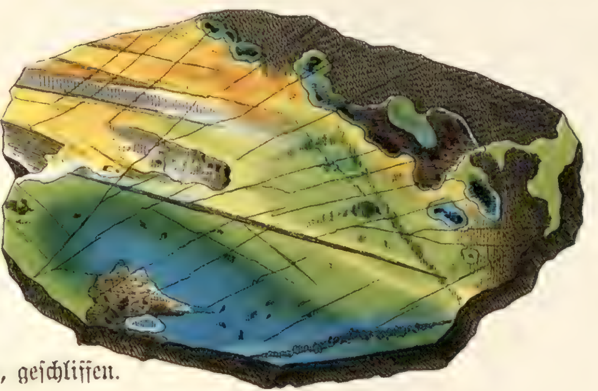


7. Melaphyr geschliffen.



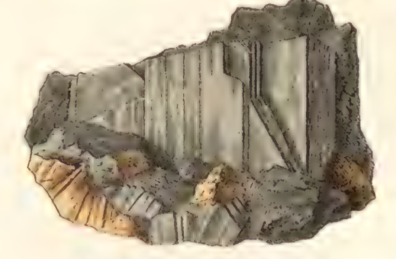
8. Felsitporphyr geschliffen.





9 u. 10. Labradorit von der Küste Labrador, geschliffen.

11. Penninkrystall.



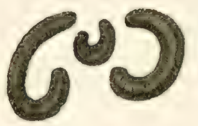
12. Muscovit in Granit.



13. Biotit vom Vesuv.



14. Chloritkrystall aus Tyrol.



15. Wurmförmiger Chlorit.



16. Granit von Baveno in Ober-Italien, geschliffen.



17. Granit aus Ober-Aegypten, geschliffen.

Chromoxyd (der Fuchsit aus dem Zillerthale in Tyrol), wodurch die Färbung erzeugt wird. Verliert vor dem Lötrohre erhitzt die Durchsichtigkeit und schmilzt mehr oder weniger leicht an den Rändern dünner Lamellen zu grauem oder wenig durch Eisen gefärbtem Glase oder Email. In Säuren ist er unlöslich.

Dem Muscovit nahe verwandt und sehr ähnlich im Aussehen ist der graue Lithionit von Zinnwald und Schlackenwald im Erzgebirge, welcher auch Kalithonerde-Silikat ist, worin mehr oder weniger Lithion das Kali ersetzt, desgleichen der blaß pfirsichblütrote feinschuppige Lepidolith von Rozena in Mähren und der blaßgrüne kleinblättrige von Paris in Maine in Nordamerika, welcher ähnlich zusammengesetzt ist. Beide schmelzen vor dem Lötrohre etwas leichter als Muscovit und färben die Flamme durch das Lithion purpurrot.

Biotit, Magnesiaglimmer, Meroxen (Fig. 13).

Derselbe findet sich gleichfalls wie der Muscovit in Gesteinsarten als wesentlicher Gemengteil und zwar noch verbreiteter, indem er außer in Granit, Gneis und Glimmerschiefer, auch in Diorit, Trachyt, Dolerit, Basalt, Felsitporphyr, Pechstein, Bimsstein u. a., wenn auch untergeordnet gefunden wird. Er krystallisiert monoklin und bildet (besonders in Drusenräumen, auf Klüften, in Nestern u. dergl.) bisweilen flächenreiche, (z. B. am Vesuv) meist kleine, bisweilen große (wie bei Monroe in New-York) Krystalle; die einfachsten sind (Fig. 13) sechsseitige Tafeln. Er ist vollkommen basisch spaltbar, vorherrschend grün, braun bis schwarz gefärbt, auch grau bis selten weiß, hat auf den basischen Spaltungsflächen perlmutterartigen bis fast halbmetallischen Glanz, ist undurchsichtig bis halbdurchsichtig, in sehr dünnen Spaltungsblättchen bis durchsichtig, zuweilen dichromatisch, milde; dünne Blättchen sind elastisch biegsam, hat H. = 2,5—3,0 und sp. G. = 2,74—3,13. Der Biotit ist ein Kali-Magnesia-Thonerdesilikat, welches meist noch Eisenoxydul und Eisenoxyd enthält, wodurch die Farben erzeugt werden. Vor dem Lötrohre ist er mehr oder minder schwierig zu grauem, grünem, braunem oder schwarzem Glase schmelzbar und wird von konzentrierter Schwefelsäure zersetzt, das Siliciumdioxyd in Form der Blättchen skelettartig übrig lassend. Früher trennte man vom Biotit den gelben, rötlichgelben bis braunen Phlogopit, so wie auch ein schwarzer Glimmer Lepidomelan genannt wurde, welcher wesentlich ein Silikat von Kali und Eisenoxyd ist, nur wenig Magnesia enthält.

Ueberhaupt sind noch mehr Glimmerarten aufgestellt worden, welche aber selten vorkommen, wie der weiße bis farblose, stark perlmutterartig glänzende Margarit (Perlglimmer) aus dem Zillerthale in Tyrol, wozu auch der den Korund auf Naxos in Kleinasien und in Nordamerika begleitende Emerylith und der in den Smaragdgruben des Ural vorkommende stark dichromatische Diphanit gehört, ein wasserhaltiger Kalkglimmer $H_2\,Ca_1\,Al_4\,O_8\,.\,Si_2\,O_4$ ferner der Paragonit genannte Natronglimmer $H_4\,Na_2\,Al_6\,O_{12}\,.\,Si_6\,O_{12}$, welcher als feinschuppiges schiefriges Gestein am Monte Campione bei Faido im Canton Tessin in der Schweiz die schönen Disthen- und Staurolithkrystalle eingewachsen enthält.

Chlorit, Pennin, Klinochlor, Ripidolith (Fig. 11, 14 und 15, Taf. VIII.)

Chlorit und Klinochlor, früher für eine Spezies gehalten, weil ihre meist kleinen Krystalle gleichgestaltet erscheinen, sechsseitige Tafeln mit geraden und schiefen Randflächen bildend, welche jedoch bei Chlorit hexagonale sind, die Basis kombiniert mit einem hexagonalen Prisma oder einer hexagonalen Pyramide (Fig. 14) darstellen, bei Klinochlor monoklin sind und Kombinationen verschiedener Gestalten darstellen. Die Krystalle beider sind vollkommen basisch spaltbar, einzeln aufgewachsen oder oft zu fächerförmigen bis wulstigen Gruppen verwachsen, bisweilen bei Chlorit durch homolope Reihung dünn und langprismatisch und dabei wurmförmig gekrümmt (Fig. 15). Undeutlich ausgebildete Krystalle bilden Blätter bis feine Schuppen und solche zu schiefrigen Aggregaten verwachsen die als Chloritschiefer vorkommende Gesteinsart, in welchem Vorkommen die beiden Arten nicht unterscheidbar sind, auch locker verbundene, fast erdige Aggregate, fein krystallinische bis scheinbar erdige Ueberzüge und Anflüge.

Chlorit und Klinochlor sind lauch-, seladon-, pistazien- bis schwärzlichgrün, auch bläulichgrün gefärbt, haben auf der Basisfläche und den Spaltungsflächen perlmutterartigen, auf den anderen Krystallflächen Glas- bis Wachsglanz, sind oft dichromatisch, grün senkrecht auf die Basis gesehen, senkrecht dagegen gelb bis rot, durchscheinend bis undurchsichtig, in sehr dünnen Blättchen durchsichtig, milde, in feinen Blättchen biegsam, haben H. = 1,0—2,0 und sp. G. = 2,75—3,0.

In der Zusammensetzung übereinstimmend bilden sie wie der Serpentin ein wasserhaltiges Magnesiasilikat mit stellvertretendem Eisenoxydul, enthalten aber immer mehr oder weniger Thonerde, der Chlorit in der Regel mehr Thonerde und Eisenoxydul als der Klinochlor. Im Kolben erhitzt geben sie Wasser, blättern sich vor dem Lötrohre mehr oder weniger fächerförmig auf und schmelzen ungleich schwierig an den Kanten zu schwarzem Glase, geben mit Borax ein stark durch Eisen gefärbtes Glas und sind in konzentrierter Schwefelsäure zersetzbar.

Gewöhnlich sind die in Drusenräumen, Nestern, Klüften und Gängen vorkommenden Krystalle, wie sie in der Schweiz, in Salzburg, Tyrol, Piemont, am Ural u. s. w. gefunden werden, klein, daher der Klinochlor meist schwierig vom Chlorit zu unterscheiden. Um so interessanter war daher das Vorkommen eigentümlicher, zum Teil großer Krystalle bei Zermatt in Wallis in der Schweiz, welche als spitze Rhomboeder mit der Basis (Fig. 11) ausgebildet bis zu Tafeln mit der vorherrschenden Basis als eigene Species Pennin genannt wurden, doch nur eine Varietät des Chlorit sind.

Steatit, Talk und Speckstein.

Der Steatit bildet zwei Varietäten, eine krystallinisch-blättrige bis feinschuppige, den Talk und eine scheinbar dichte, den Speckstein. Der Talk, welcher derbe feinschuppige schiefrige Massen bildet, den als Gesteinsart vorkommenden Talkschiefer, ist bis jetzt nicht deutlich krystallisiert gefunden worden, bildet aber als Ausfüllung von Klüften oder eingewachsen größere oder kleinere Krystallblätter, die nach einer Richtung vollkommen spaltbar sind, und blättrige, strahlige, körnig-blättrige bis schuppige Aggregate, ist grün bis grünlichgrau, selbst weiß, perlmutter- bis wachsglänzend, durchscheinend bis undurchsichtig (sehr dünne Spaltungsflächen bis durchsichtig), sehr weich mit H. = 1, in dünnen Blättchen und an den Rändern biegsam, milde, seifenartig anzufühlen und hat sp. G. = 2,6—2,9. Der scheinbar dichte Stealit, der Speckstein ist gelblichgrün, graulichweiß, grünlichweiß, auch rot, meist undurchsichtig bis kantendurchscheinend, wachsartig schimmernd bis matt, findet sich derb bis eingesprengt und bildet oft Pseudokrystalle (z. B. nach Quarz bei Göpfersgrün in Bayern).

Der Steatit ist ein wasserhaltiges Magnesiasilikat $H_2\,Mg_3\,O_4\,.\,Si_4\,O_8$ mit 31,7 Magnesia, 4,8 Wasser und 63,5 Kieselsäure, meist ein wenig Eisenoxydul enthaltend, gibt im Kolben erhitzt kein Wasser, brennt sich vor dem Lötrohre hart und schmilzt nicht, ist in Säuren unlöslich, nur der Speckstein wird durch kochende Schwefelsäure langsam zersetzt.

Der schuppige und fein gemahlene Talk dient beim Schmieren von Maschinenteilen, um die Reibung zu verhindern, zum Polieren von Alabaster und lackiertem Leder, der Speckstein zum Schreiben auf Tuch, Seide und Glas, der mit schuppigem Chlorit und fasrigem Amphibol verwachsene, fein krystallinische in mächtigen derben Massen vorkommende sog. Topfstein (Schneide- oder Lavezstein) zu Ofen-, Fuß- und Dachplatten, und da er sich durch Drehen

leicht bearbeiten läßt, selbst zur Anfertigung von Kochgeschirren, wie in Tessin und im Ober-Engadin.

Dem krystallinisch strahligen und dichten Steatit ähnlich im Aussehen ist der Pyrophyllit von Beresowsk am Ural, von Ottrez in Belgien, von Villarica in Brasilien, aus Nord- und Süd-Carolina u. a. O., dessen Blättchen vor dem Lötrohre sich sehr voluminös aufblättern. Er ist aber ein wasserhaltiges Thonerde-Silikat.

Granit (Fig. 16 und 17).

Die feldspat- und glimmerartigen Minerale geben Veranlassung, die weit verbreitete Gesteinsart Granit zu erwähnen, welche eine krystallinische groß- bis feinkörnige, massige gemengte ist und von den wesentlichen Gemengteilen Feldspat, Quarz und Glimmer gebildet wird, unter denen der Feldspat (meist Orthoklas und Oligoklas) vorherrscht. Der Feldspat ist meist körnig und zeigt bisweilen leistenartige Individuen, bildet auch in den porphyrartigen Graniten (besonders der Orthoklas) größere eingewachsene Krystalle, ist weiß, grau, gelbrot, fleischrot, rötlichbraun, grünlichweiß bis grün gefärbt und zeigt an den Bruchstücken des Gesteins meist deutliche bis vollkommene Spaltungsflächen. Der Quarz bildet gewöhnlich unbestimmt eckige Körner, ist grau, weiß, gelblich, bräunlich, auch bisweilen rot und grün, glas- bis wachsglänzend, halbdurchsichtig bis durchscheinend; der Glimmer, an Menge den andern beiden Gemengteilen sehr nachstehend, bildet Blätter bis Schuppen und tritt durch seinen Perlmutterglanz auf den Spaltungsflächen deutlich hervor. Er ist in der Regel der Art nach Muscovit oder Biotit, jener weiß, grau, gelb bis braun, dieser meist schwarz bis grün oder braun. Die das Granit genannte Gestein bildenden Minerale, die bisweilen auch durch andere ersetzt werden, wodurch Abarten des Granit entstehen, oder zu denen auch noch andere unwesentlich hinzutreten, sind meist fest miteinander verwachsen und die Größe der Gemengteile ist sehr verschieden, wonach man, besonders nach der Größe der Feldspatindividuen groß-, grob-, klein- bis feinkörnige Granite unterscheidet. Die sehr feinkörnigen gehen in eine dichte Felsit genannte Gesteinsart über, welche als solche vorkommt und mit welcher auch die Grundmasse der Felsitporphyre übereinstimmt, daher auch porphyrartige Granite in Felsitporphyr übergehen. Die Entstehungsweise und die Art des Vorkommens ist verschieden (s. Geologie S. 8).

Er dient wegen seiner Dauerhaftigkeit und Schönheit von Alters her hauptsächlich zu monumentalen Bauten, namentlich zu monolithischen Obelisken, Sarkophagen, Vasen u. dergl. Der Granit von Baveno in Ober-Italien, (Fig. 16 angeschliffen), ist ein Gemenge von weißem und blaß fleischrotem Feldspat, grauem Quarz und schwarzem Glimmer. Er wird sogar zu Dosen und kleinen Kunstarbeiten verwendet und nimmt eine vortreffliche Politur an. Der rote Granit aus Ober-Aegypten (Fig. 17) angeschliffen, von gröberem Korne, ein Gemenge von fleisch- und blutrotem Feldspat, bräunlichgrauem Quarz und schwarzem Glimmer wurde schon von den alten Aegyptern bei dem Baue ihrer Tempel, Hypogäen und Pyramiden angewendet und namentlich zu ihren Grabmälern vielfach, zu Sarkophagen und selbst zu Statuen verarbeitet.

Dem Granit nahe verwandt ist die Gneis (s. Geologie S. 8) genannte Gesteinsart, welche aus denselben Mineralen als gemengte besteht, dagegen aber geschichtet bis schiefrig gebildet ist. Die Uebergänge zwischen Granit und Gneis, welche nur durch parallele Lage der Glimmerblätter die undeutliche Schichtung verraten, heißen Gneisgranit oder Granitgneis.

V. Zeolithische Minerale.
(Taf. IX. Fig. 1—8).

Diese sind wasserhaltige Silikate meist von Thonerde mit Kalkerde oder Natron, selten mit Baryterde oder Strontia oder Kali, wenige haben keine Thonerde und in einem ist anstatt Thonerde Borsäure enthalten. Sie schmelzen vor dem Lötrohre meist leicht mit Aufschäumen oder Aufblähen, geben im Kolben erhitzt Wasser ab, sind in Salzsäure auflöslich, die Kieselsäure als Pulver, Schleim oder Gallerte abscheidend. Sie sind im Aussehen unmetallisch, meist farblos bis weiß oder durch Beimengungen gefärbt und entstehen meist in Folge der Zersetzung der Feldspate und anderer Silikate, finden sich nicht als Gemengteil von Gesteinsarten, sondern als Absätze aus wässrigen Lösungen meist in Hohlräumen blasiger Gesteine, auf Klüften, in Nestern, Drusenräumen, Gängen und Lagern.

Natrolith, Mesotyp, Mesolith, Skolezit, Nadel-, Faser-, Mehlzeolith (Fig. 2 und 3).

Der Natrolith krystallisiert rhombisch (Fig. 3), Prismen von 91° mit einer stumpfen Pyramide bildend, nadelförmig bis fasrig, in Aggregaten nadelförmiger bis fasriger Individuen bis scheinbar dicht, prismatisch spaltbar; farblos bis weiß, gelb und rot gefärbt durch Eisenoxydhydrat und Eisenoxyd, glas- bis seidenglänzend, durchsichtig bis durchscheinend an den Kanten. H. = 5,0—5,5; sp. G. = 2,16—2,26. $H_4 Na_2 Al_2 O_6 . Si_3 O_6$. Vor dem Lötrohre ruhig zu klarem Glase schmelzbar; in Salzsäure löslich, Kieselgallerte abscheidend.

Deutliche Krystalle finden sich bei Brevig in Norwegen, in der Auvergne, in Böhmen, auf Island und den Faröer-Inseln, derbe krystallinische Massen als Ausfüllungen von Klüften (Fig. 2), beispielsweise bei Hohentwiel u. a. O. im Höhgau, welche zu Tischplatten, Dosen u. dergl. verarbeitet werden.

Sehr ähnlich im Aussehen ist der Skolezit, welcher aber monoklin krystallisiert und ein Kalkthonerde-Silikat ist, $CaO . Al_2 O_3 + 3 (H_2 O . Si O_2)$, vor dem Lötrohre mit wurmförmigem Krümmen der Nadeln zu schaumigem Glase schmilzt, in Salzsäure löslich ist, Kieselgallerte abscheidend, auch in Oxalsäure und oxalsaure Kalkerde abscheidet.

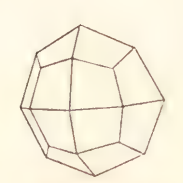
Beide wurden früher für eine Spezies gehalten und Mesotyp genannt, während man Mesolith Vorkommnisse nennt, welche entweder Gemenge beider bilden oder Verbindungen von Natron, Kalkerde, Thonerde, Kieselsäure und Wasser sind.

Desmin, Stilbit, Heulandit, Blätterzeolith (Fig. 4 und 5).

Der Desmin, auch Stilbit genannt, auf Island, auf den Faröern, in Tyrol, bei Arendal in Norwegen, am Harz, in der Schweiz u. a. a. O. vorkommend, bildet gewöhnlich rechtwinklig vierseitige Prismen, die man für die rhombische Kombination der Quer- und Längsflächen und einer Pyramide hielt und oft am Ende die Basisfläche zeigen. Jetzt ist man geneigt, sie für monokline Zwillinge zu halten. Die Krystalle, meist büschelartig gruppiert (Fig. 5) bis zur Bildung kugliger Gruppen, sind vollkommen spaltbar nach den Längs-, unvollkommen nach den Querflächen. Er findet sich auch derb mit krystallinisch blättriger, körniger, stengliger bis fasriger Absonderung. Weiß, grau, gelb, braun, rot, glas- bis wachs-, auf den vollkommenen Spaltungsflächen perlmutterglänzend, mehr oder weniger durchscheinend. H. = 3,5—4,0; sp. G. = 2,1—2,2.

Wasserhaltiges Kalkthonerde-Silikat nach der Formel $CaO . Al_2 O_3 + 6 (H_2 O . Si O_2)$. Vor dem Lötrohre mit starkem Aufblähen zu weißem emailartigem Glase schmelzbar; in Salzsäure löslich, schleimige Kieselsäure abscheidend.

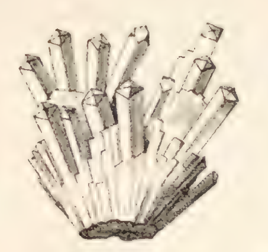
Der Stilbit, auch Heulandit genannt, ist dem Desmin in der Zusammensetzung nahe verwandt, verhält sich vor dem Lötrohre und in Säuren wie jener, kommt auch oft mit ihm vor, krystallisiert monoklin, bildet tafelartige bis in der Richtung der Querachse ausgedehnte Krystalle, welche gewöhnlich (Fig. 4) die Kombination der Quer-, Längs- und Basisflächen mit einem Hemidoma und einer



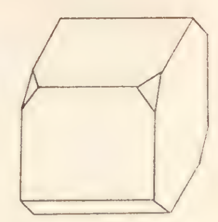
1. Analcimkrystall.



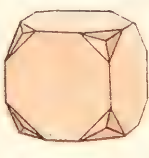
2. Natrolith vom Hohentwiel.



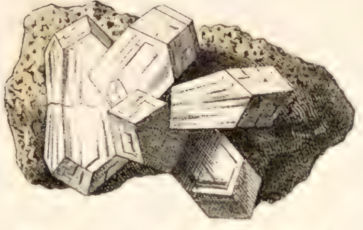
3. Natrolith aus der Auvergne.



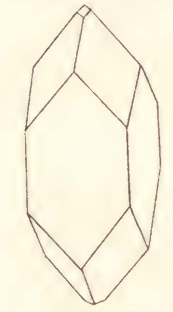
4. Stilbitkrystall.



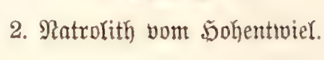
6. Analcim von der Seißer Alpe in Tyrol.



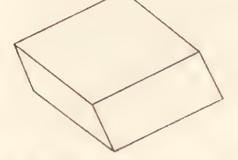
5. Desmin von den Faröer-Inseln.



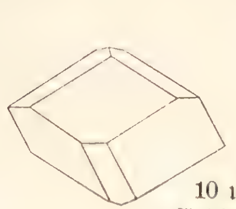
7. Apophyllit.



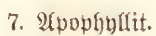
8. Apophyllit aus dem Fassathale in Tyrol.

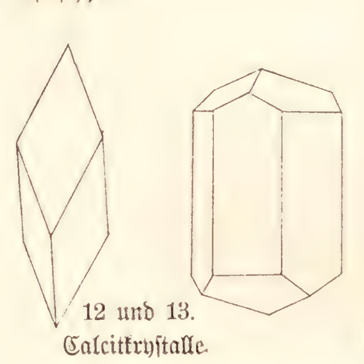


9. Calcit-Grundgestalt.



10 und 11. Calcitkrystalle.





12 und 13. Calcitkrystalle.

14. Calcitzwilling.



15 Sprudelstein von Karlsbad.



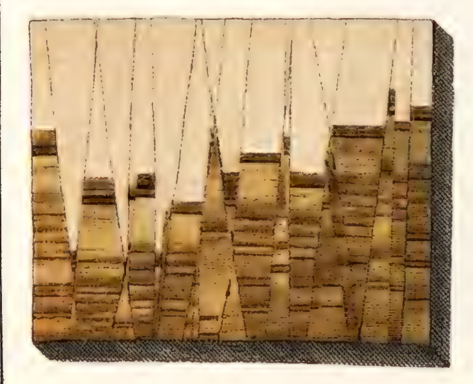
16. Eisenblüte von Eisenerz in Steiermark.



17. Tropfstein.



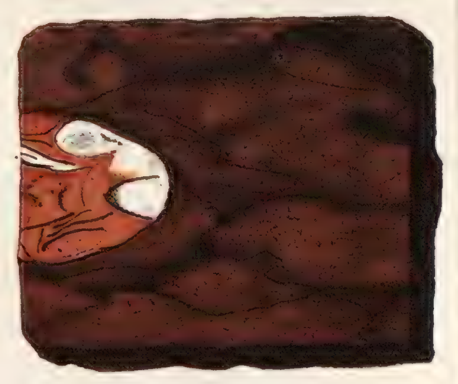
18. Erbsenstein von Karlsbad.



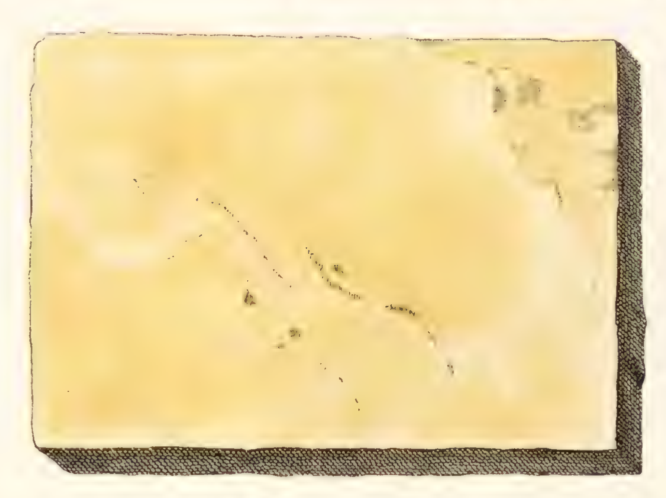
1. Ruinenmarmor aus Toskana.



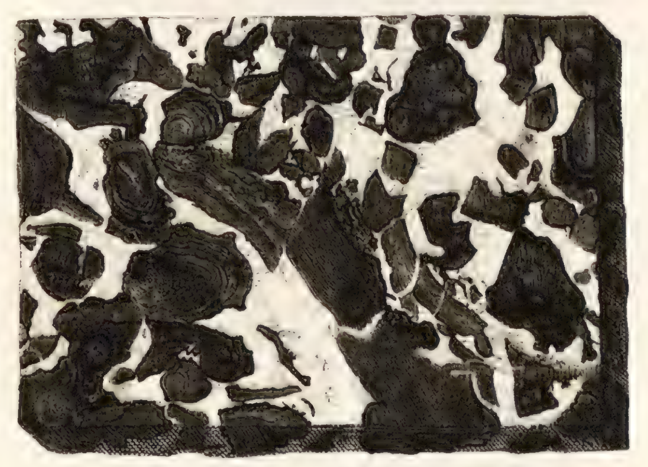
2. Muschelmarmor aus Kärnthen.



3. Marmor aus Oberitalien.



4. Florentiner Marmor.



5. Marmor aus den Ardennen.



6. Muschelkalk.



7. Grauer Marmor aus Italien.



8. Trümmermarmor aus Italien.



9. Korallenmarmor aus Nassau

Hemipyramide darstellen, auch strahlig-blättrige Aggregate und ist nach den Längsflächen sehr vollkommen spaltbar. Farblos bis weiß, grau, gelb, braun, rot, glas-, auf den Längs- und den entsprechenden Spaltungsflächen stark perlmutterglänzend, durchsichtig bis kantendurchscheinend.

Andere Kalkthonerde-Silikate sind der monokline, leicht verwitternde Laumontit, $CaO.Al_2O_3 + 4 (H_2O.SiO_2)$, der rhombische Thomsonit, $CaO.Al_2O_3 + 2 (H_2O.SiO_2)$, welche in Salzsäure löslich sind, Kieselgallerte abscheidend, der rhombische Prehnit, $H_2Ca_2Al_2O_6.Si_3O_6$, welcher in Salzsäure löslich Kieselgallerte abscheidet, wenn er vorher geglüht oder geschmolzen wurde und H. = 6,0—7,0 und sp. G. = 2,8—3,0 hat; der rhomboedrisch krystallisierende Chabacit, welcher nach einem wenig stumpfen Rhomboeder deutlich spaltbar ist. Die Endkanten desselben messen 94° 46′. Die Krystalle zeigen dieses allein oder damit verbunden ein stumpferes, welches die Endkanten gerade abstumpft, und ein spitzeres. Er findet sich z. B. bei Außig in Böhmen, Oberstein im Nahethal, am Kaiserstuhl im Breisgau, im Rhöngebirge, in Tyrol, Schottland, auf den Faröern u. s. w. und enthält nahezu auf 1 CaO, 1 Al_2O_3, 4 SiO_2 und 6 H_2O.

Der Harmotom oder Kreuzstein ist ein Barytthonerde-Silikat $BaO\,Al_2O_3 + 5 (H_2O.SiO_2)$, kommt nicht häufig vor, wie bei Andreasberg am Harz, Oberstein im Nahethal, Strontian und Dumbarton in Schottland, Kongsberg in Norwegen u. s. w. und bildet dem Desmin ähnliche Krystalle, welche fast immer zu Kreuzzwillingen verbunden sind, und jetzt als monokline Vierlinge aufgefaßt werden. Ihm verwandt ist der Phillipsit (Kalkharmotom), welcher ähnliche Krystalle bildet, jedoch CaO und etwas K_2O neben Thonerde, Kieselsäure und Wasser enthält.

Analcim (Fig. 1 und 6).

Derselbe krystallisiert regulär, die Krystalle sind bisweilen ziemlich groß, entweder Leucitoeder (Fig. 1), oft mit den Hexaederflächen, bis zum Vorherrschen der Hexaederflächen (Fig. 6), sind unvollkommen hexaedrisch spaltbar, farblos, weiß, grau bis fleischrot, glas- bis perlmutterglänzend, durchsichtig bis kantendurchscheinend; H. = 5,5, sp. G. = 2,1—2,3. $Na_2Al_2O_4.Si_2O_4 + 2 (H_2O.SiO_2)$ mit 14,1 Natron, 23,2 Thonerde, 8,2 Wasser und 54,5 Kieselsäure. Vor dem Lötrohre ruhig zu klarem Glase schmelzbar, in Salzsäure löslich, schleimige Kieselsäure abscheidend.

Findet sich besonders schön an der Seiser Alpe in Tyrol, auf den Cyklopeninseln bei Sicilien, bei Außig in Böhmen, Dumbarton in Schottland, Vicenza in Italien u. a. a. O.

Ein anderer tesseraler Zeolith ist der Faujasit von Saßbach im Breisgau und Annerode in Hessen, welcher scheinbar Oktaeder bildet, H. = 5,5 und sp. G. = 1,92 hat und vor dem Lötrohre mit Aufblähen zu weißem Email schmilzt. Derselbe enthält nach Damour 49,36 Kieselsäure, 16,77 Thonerde, 5,0 Kalkerde, 4,34 Natron und 22,49 Wasser. Stofflich höchst interessant ist der gleichfalls reguläre Pollux (Pollucit) in Drusenräumen des Granit von Elba, welcher wesentlich ein wasserhaltiges Cäsiumthonerde-Silikat darstellt.

Apophyllit, Albin, Ichthyophthalm (Fig. 7 u. 8).

Krystallisiert quadratisch, die Pyramide mit dem Endkantenwinkel = 104° bildend, diese kombiniert mit dem diagonalen Prisma, letzteres auch vorherrschend (Fig. 7) mit der Basisfläche, diese auch vorherrschend und dann die Krystalle tafelartig (Fig. 8), bisweilen bildet er blättrige und körnige Aggregate. Vollkommen basisch spaltbar. Farblos bis weiß oder blaß gelb, rot, grün oder blau gefärbt, glasglänzend, auf den Basis- und den Spaltungsflächen perlmutterartig, durchsichtig bis durchscheinend; H. = 4,5—5,0; sp. G. = 2,2—2,4. $4 (CaO.SiO_2 + 2 H_2O.SiO_2) + KF$ mit 24,7 Kalkerde, 53,0 Kieselsäure, 15,9 Wasser und 6,4 Fluorkalium. Vor dem Lötrohre sich aufblätternd und aufblähend zu weißem blasigem Email schmelzbar. In Salzsäure als Pulver löslich, schleimige Kieselsäure abscheidend. Durch Verlust von Wasser verwittert er, wird weiß und undurchsichtig, der sog. Albin von Außig in Böhmen.

Findet sich bei Andreasberg am Harz, an der Seiser Alpe in Tyrol, bei Orawicza und Cziklowa im Banat, auf Utoë in Schweden, auf Island und den Faröern, bei Poonah in Ostindien (besonders große Krystalle) u. a. a. O.

Nahe verwandt ist der rhombische Okenit (Dysklasit) von den Faröern, Island und der Disko-Insel bei Grönland, schalige, stenglige bis faserige Aggregate bildend, welcher dasselbe wasserhaltige Kalkerdesilikat nur ohne Fluorkalium darstellt.

Der Pektolith vom Monte Baldo und Monzoni in Tyrol, von der Insel Skye, von Ratho, Ballanträ u. a. O. in Schottland, von Bergenhill in New-Jersey u. s. w. gewöhnlich radialstengelig bis faserig, auch kugelig, selten krystallisiert, monoklin, graulich- und grünlichweiß, wenig glänzend, kantendurchscheinend, mit H. = 5 und sp. G. = 2,74—2,88, ist ein wasserhaltiges Kalknatronsilikat $H_2Na_2Ca_4O_6.Si_6O_{12}$, welches vor dem Lötrohre leicht zu durchscheinendem Glase schmilzt.

Der Datolith, welcher kurz prismatische, zum Teil sehr flächenreiche monokline Krystalle bildet, auch krystallinisch-körnig, selten stalaktitisch traubig (der Botryolith von Arendal in Norwegen) vorkommt, ist farblos bis weiß, grünlich-, graulich-, gelblich- bis rötlichweiß, glasglänzend auf den Krystall-, wachsglänzend auf den Bruchflächen, durchsichtig bis kantendurchscheinend, hat H. = 5,0—5,5 und sp. G. = 2,9—3,0. Im Kolben geglüht giebt er wenig Wasser, schmilzt vor dem Lötrohre anschwellend leicht zu klarem Glase, die Flamme grün färbend, ist in Salzsäure leicht löslich, Kieselgallerte abscheidend. In der Zusammensetzung den Zeolithen verwandt enthält er Borsäure anstatt Thonerde und seine Formel ist $2 (CaO.SiO_2) + H_2O.B_2O_3$. Besonders schön findet er sich bei Bergenhill in New-Jersey, bei Toggiana in Modena, Andreasberg am Harz, an der Seiser Alpe in Tyrol und bei Kongsberg in Norwegen.

VI. Kalkerdehaltige Minerale.

Taf. IX. Fig. 9—18, Taf. X., XI., XII. und XIII. Fig. 1—2.

Die Kalkerde, das Calciumoxyd CaO gehört zu den verbreitetsten Metalloxyden der Erde und spielt daher nicht nur im Mineralreiche, sondern auch in Tieren und Pflanzen eine wichtige Rolle. Phosphor- und kohlensaure Kalkerde findet sich in den Knochen und Zähnen der höheren Tiere, in den Schalen und Gehäusen der Mollusken und Crustaceen, in dem Hautskelett der Strahlentiere, in den steinartigen Polypenstöcken u. s. w. Die Anwesenheit der Kalkerde in Pflanzen ergibt sich aus der Asche derselben. Im Mineralreiche findet sich am häufigsten die kohlensaure und schwefelsaure, sparsamer die phosphorsaure Kalkerde, das Fluorcalcium (hauptsächlich in erzführenden Gängen); Kalkerde enthaltende Silikate wurden bereits mehrfach erwähnt. Die Kalkerde enthaltenden Minerale haben meist mäßige Schwere und Härte, leuchten vor dem Lötrohre mit weißem Lichte und färben die Flamme gelblichrot.

Calcit, Kalk, Kalkspat, Kalkstein u. s. w. (Taf. IX., Fig. 9—14, 17; Taf. X. und XI.)

Das Calciumcarbonat oder die kohlensaure Kalkerde $CaO.CO_2$ ist dimorph, bildet zwei verschiedene Mineralarten, den Calcit und Aragonit, von denen der erstere die weiteste Verbreitung zeigt und besonders mächtige Gesteinsmassen bildet, während der Aragonit im Vergleiche damit selten vorkommt, auch nicht als Gestein.

Der Calcit zeichnet sich vor allen anderen Mineralen durch Reichtum und Mannigfaltigkeit der Krystalle und Krystallgestalten aus, krystallisiert hexagonal rhomboedrisch

und spaltet vollkommen nach den Flächen eines stumpfen Rhomboeders (Fig. 9), dessen Endkantenwinkel im Mittel = 105° 5′ ist. Die Krystalle, welche in Drusenräumen, in Höhlungen, auf Kluftflächen, in Spalten u. dergl. aufgewachsen vorkommen, sind stumpf und spitz rhomboedrische, stumpf und spitz skalenoedrische, hexagonal prismatische oder tafelartige, mehr oder minder flächenreiche, einzelne und Zwillinge; kein Mineral zeigt so viele einfache und Kombinationsgestalten wie der Calcit. In den Figuren 9—14 sind nur beispielsweise einige Formen zu sehen, welche zum Teil oft vorkommen. Fig. **9** ist die Grundgestalt, Fig. **10** dieselbe mit einem stumpferen Rhomboeder, Fig. **11** das gewöhnlichste Skalenoeder, Fig. **12** ein spitzes Rhomboeder, Fig. **13** die Kombination eines hexagonalen Prisma mit einem stumpfen Rhomboeder, Fig. **14** ein Zwilling des spitzen Skalenoeders Fig. **11**.

Sehr häufig bildet der Calcit stalaktitische Gestalten, zapfenförmige (Fig. **17**) u. a. als sog. Tropfstein oder Sinterkalk in Höhlungen, den sog. Tropfsteinhöhlen von enormer Größe und Ausdehnung, sinterartige Ueberzüge und Krusten.

Der krystallisierte und krystallinische Calcit wird gewöhnlich Kalkspat genannt und der krystallinische, wozu auch der Tropfstein gehört, bildet krystallinische, körnige, stenglige bis faserige, selten blättrige Aggregate. Der als Gesteinsart in großen Massen vorkommende krystallinisch-körnige ist Marmor genannt worden und weil er besonders zu Statuen verarbeitet wird Statuenmarmor, im Gegensatz zu einer weiteren Ausdehnung des Namens Marmor. Außer krystallinisch findet sich der Kalk dicht, mächtige Massen als Gestein bildend und heißt Kalkstein, der in verschiedene dicke Platten abgesonderte Kalkschiefer, wozu der lithographische Schiefer gehört, auch kugligkörnig, der sogen. Kalkoolith oder Rogenstein, dicht bis erdig und porös, der sog. Tuffkalk, erdig, die sog. Kreide als Gestein, lockererdig und zerreiblich in Höhlungen, Bergmilch oder Bergmehl genannt.

Der Calcit ist, wenn er rein ist, weiß als Kalkspat, besonders in Krystallen bis farblos, sehr häufig gefärbt, in allen Arten von Farben, welche besonders durch Beimengungen erzeugt werden, wie die roten durch roten, die gelben bis braunen durch gelben oder braunen Eisenocher, die grauen bis schwarzen durch bituminöse Substanzen und durch Kohlenstoff; er ist als Kalkspat durchsichtig bis kantendurchscheinend, der dichte und erdige undurchsichtig, der Kalkspat glas- bis perlmutterartig, der fasrige seidenartig glänzend, der dichte bis erdige schimmernd bis matt. Die Härte ist gering, =3, er läßt sich leicht mit dem Messer ritzen, das sp. G. = 2,6—2,8.

Er enthält nach der Formel $CaO . CO_2$ zusammengesetzt 56 Proz. Kalkerde (Calciumoxyd) und 44 Kohlensäure (Kohlendioxyd), wenn er ganz rein ist, wie der S. 7 angeführte sog. Doppelspat, ein farbloser, vollkommen durchsichtiger Kalkspat, doch fast immer sind noch geringe bis ansehnliche Mengen anderer Stoffe vorhanden, welche zum Teil wie Magnesia, Eisenoxydul, Manganoxydul, Zinkoxyd, Bleioxyd u. a. als Stellvertreter einer entsprechenden Menge der Kalkerde oder als Beimengungen vorkommen, wie Eisenocher, Kohlenstoff, bituminöse Substanzen, Thon u. s. w. Vor dem Lötrohre ist der Calcit unschmelzbar, leuchtet und brennt sich kaustisch; d. h. es wird das Kohlendioxyd ausgetrieben und die Kalkerde bleibt als eine stark alkalisch reagierende Masse zurück, die mit Wasser befeuchtet das Wasser mit Wärmeentwickelung aufnimmt, wie das Kalkbrennen dies im Großen zeigt, wobei der gebrannte Kalk mit Wasser zusammengebracht eine starke Hitze entwickelt, sich ein Kalkhydrat bildet, welches mit Sand gemischt als Cement bei Bauten verwendet wird. In kalten Säuren, wie Salz- und Salpetersäure, selbst wenn sie verdünnt sind, ist der Calcit mit starkem Aufbrausen löslich. Aus der salzsauren Lösung scheidet sich durch Zusatz von Schwefelsäure reichlich fein krystallisierter Gyps aus.

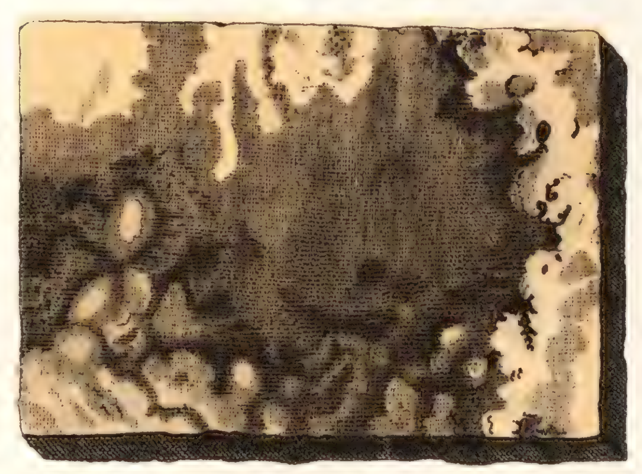
Der Calcit, welcher als Kalkstein, Oolith, Tuffkalk, Kreide und Marmor in den verschiedensten geologischen Formationen als Gesteinsart vorkommt, wird vielfach zu Bauten und architektonischen Ornamenten verwendet und da viele Kalksteine, besonders durch ihre Farben ausgezeichnete in der Steinschleiferei gebraucht werden, so hat man auch Kalksteine wie den krystallinischkörnigen Kalk Marmor genannt, wie überhaupt dieser Name sogar auf andere Gesteine übertragen wurde. Solche als Marmor benannten Kalksteine, im Gegensatz zu dem körnigen Kalk, der deshalb als Statuenmarmor unterschieden wurde, wie nach den Fundorten der carrarische, parische, pentellische, hymettische, tyroler u. a. sind sehr mannigfaltig und einige Taf. **X** und **XI** abgebildet. Alle stellen angeschliffene Probeplättchen dar:

Taf. **X** Fig. **1**. Sogenannter Ruinenmarmor aus Toskana, senkrecht auf die Schichtenfläche geschnitten. Die vertikale Verschiebung der durch vertikale Zerklüftung getrennten Stücke ist aus den Farben ersichtlich und die herablaufenden Linien deuten die Risse an, in Folge deren die Verschiebung möglich wurde. Fig. **2**. Opalisierender Muschelmarmor, Lumachell aus Kärnthen mit eingeschlossenen Fragmenten von Schnecken, wobei ein größeres und nach der breiten Fläche bloß gelegenes Stück sich durch Farbenspiel in Rot, Gelb und Grün auszeichnet, das vielleicht von einem Ammoniten stammt. Fig. **3**. Roter brekzienartiger Marmor aus Ober-Italien. Fig. **4**. Blaßgelber Marmor aus dem Florentinischen. Fig. **5**. Schwarz und weiß gefleckter Trümmermarmor aus dem Bergkalke der Ardennen. Fig. **6**. Dunkelgrauer Marmor mit Einschluß von versteinerten Schnecken (Pyramidella, Turbinella) aus der Tertiärformation. Fig. **7**. Grauer Marmor aus Italien mit dunklen und helleren Adern. Fig. **8**. Brauner Trümmermarmor aus Italien mit weißen und grünlichgrauen Adern durchzogen. Fig. **9**. Bunter Marmor mit Koralleneinschlüssen aus dem Uebergangsgebirge in Nassau.

Taf. **XI**. Fig. **1**. Rotgefärbter gefleckter Marmor, tertiärer Süßwasserkalk von Böttingen bei Münsingen auf der schwäbischen Alb, durch vulkanische Einwirkung verändert, parallel mit den Schichten geschnitten. Fig. **2**. Derselbe senkrecht auf die Schichtflächen geschnitten. Fig. **3**. Gryphitenkalk, Kalkstein des unteren Lias mit Gryphaea arcuata Lam. von Vaihingen auf den Fildern in Württemberg. Fig. **4**. Bunter Trümmermarmor, tertiäre Kalkbrekzie, auf Neocomien gelagert von Bigorre in den Pyrenäen. Fig. **5**. Rötlichgelb und bläulichrot gefleckter Marmor aus dem mittleren weißen Jura von Bissingen unter Teck in Württemberg. Fig. **6**. Ein ähnlicher von da, in dem Tone der Farben etwas verschieden. Fig. **7** und **8**. Ebendaher. Die Proben 5—8 stammen aus der Nähe vulkanischer Durchbrüche an dem Nordabhange der schwäbischen Alb.

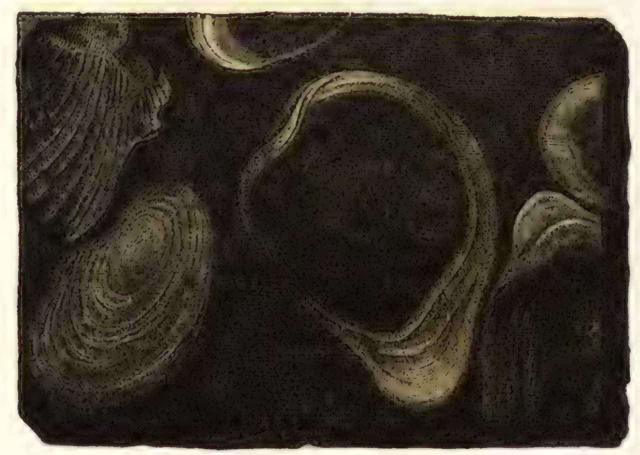
Die Verbreitung der Kalksteine ist außerordentlich bedeutend und sie werden nach den verschiedenen geologischen Formationen benannt. Die Anwendung zum Kalkbrennen und anderen chemisch-technischen Zwecken, zu Bauten, Monumenten, zum Steindruck u. s. w. ist allgemein bekannt.

An die Kalksteine reihen sich die Mergel, welche Gemenge von Kalk und Thon, mehr oder weniger fest bis erdig, oft geschichtet sind, die Mergelschiefer. Beträgt der Thongehalt 25—30 Prozent, so liefern sie durch Brennen hydraulischen, d. h. unter Wasser erhärtenden Kalkmörtel, welcher bei Wasser- und Uferbauten sehr geschätzt wird. Sie finden sich in den meisten Kalkformationen, namentlich in der Lias- und Juraformation. Häufig bilden die Mergel rundliche Knauern und Nieren, zuweilen Lagen mit eigentümlicher zapfen- oder kegelförmiger Absonderung, der sog. Tutenmergel oder Nagelkalk. Nach der vorwaltenden Menge von Kalk oder Thon nennt man

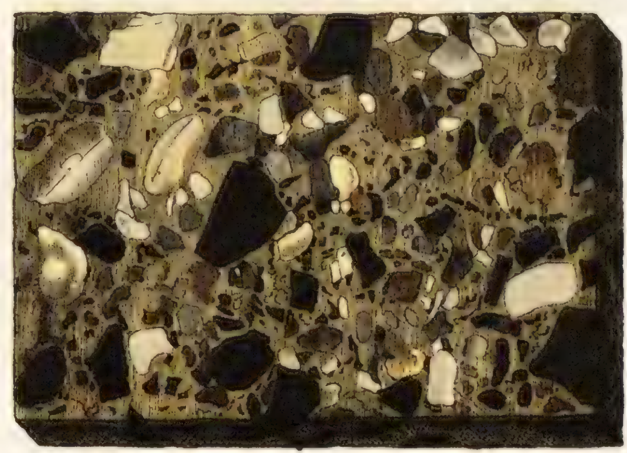




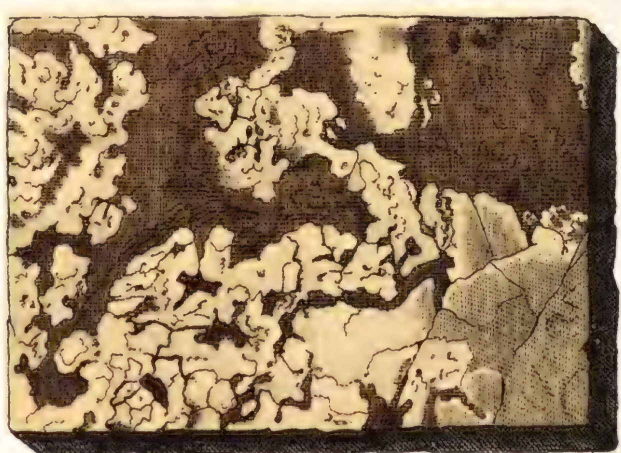
1 und 2. Marmor von Böttingen bei Münsingen auf der schwäbischen Alb.



3. Gryphitenkalk von Vaihingen.

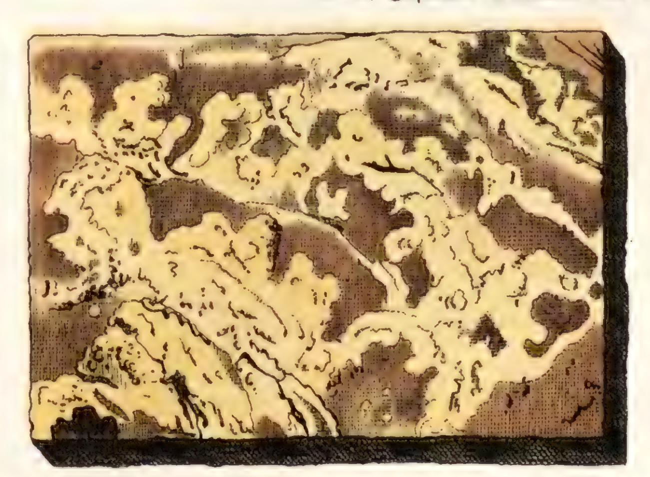


4. Kalkbrekzie von Bigorre in den Pyrenäen.





5–8. Gefleckter Marmor von Bissingen unter Teck in Württemberg.





sie Kalk- oder Thonmergel, sandhaltige heißen Sandmergel.

Aragonit (Taf. **IX.** Fig. **15**, **16** u. **18**, Taf. **XII.** Fig. **1—3**, **5** und **6**.

Der Aragonit, viel seltener als der Calcit, krystallisiert rhombisch, die Krystalle zeigen ein Prisma von 116° 10′, dessen scharfe Kanten gerade abgestumpft sind und haben an den Enden die Basisfläche oder eine domatische Zuschärfung von 108°26′ oder solche schärfere und andere Gestalten. Sie bilden Zwillinge, Drillinge (Fig. **I** Taf. **XII.**) bis polysynthetische Krystalle, als solche zuweilen hexagonalen Prismen ähnlich, wie die (Fig. **2**) von Molina in Aragonien, sind oft spießig (Fig. **3**) bis nadelförmig und faserig. Oft bildet er stalaktitische, zuweilen korallenartige ästige Gestalten, die sog. Eisenblüte Fig. **16** Taf. **IX.** von Eisenerz in Steiermark, durch Absatz aus warmen Quellen, wie bei Karlsbad in Böhmen Überzüge, Krusten und Platten (der sogenannte Sprudelstein, Fig. **15**) oder Aggregate von Kugeln (der sogen. Erbsenstein, Fig. **18**). Er ist farblos, weiß, grau, gelb, rot, braun, bisweilen blau oder grün gefärbt, glasglänzend, durchsichtig bis undurchsichtig und hat H. = 3,5—4,0 und sp. G. = 2,8—3,0. Er ist wie der Calcit wesentlich $CaO . CO_2$, enthält nebenbei auch geringe Mengen von SrO, PbO (der Tarnowitzit von Tarnowitz in Oberschlesien), MnO, Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat u. s. w. In verdünnten kalten Säuren wie Calcit auflöslich mit starkem Brausen. Im Kolben oder auf Platinblech erhitzt schwillt er an und zerfällt zu einem groben bröckligen Pulver, was man besonders an dünnen Krystallen gut sieht. Vor dem Lötrohre ist er unschmelzbar und brennt sich unter starkem Leuchten kaustisch.

Dolomit, Bitterkalk, Braun-, Rauten-, Perlspat, Breunnerit u. s. w. (Fig. **4** Taf. **XII.**)

Krystallisiert wie Calcit hexagonal rhomboedrisch, bildet gewöhnlich ein Rhomboeder mit dem Endkantenwinkel = 106° 18′, auch manche andere Gestalten, Krystallgruppen, derbe Massen mit krystallinisch-körniger Absonderung bis dichte, die als Gesteinsart vorkommen und dem Marmor und Kalkstein ähnlich sind. Er ist vollkommen spaltbar parallel dem angeführten Rhomboeder. Farblos, weiß, grau, gelb, braun, rot u. s. w. gefärbt, glas- bis perlmutterartig glänzend, durchsichtig bis undurchsichtig, hat H. = 3,5—4,0 und sp. G. = 2,8—3,0.

Er ist eine Verbindung von kohlensaurer Kalkerde und kohlensaurer Magnesia, enthält meist auch stellvertretend etwas $FeO . CO_2$, durch dessen Zersetzung die gelben bis braunen (daher der Name Braunspat), auch roten Farben entstehen, $MnO . CO_2$ und Beimengungen verschiedener Art. Vor dem Lötrohre ist er unschmelzbar und brennt sich mit Leuchten wie der Calcit kaustisch. In kalten Säuren ist er sehr langsam, in warmen mit Brausen rascher auflöslich.

Er findet sich häufig in Gängen, auf Klüften und Spalten, in Hohlräumen, Nestern u. s. w., der körnige und dichte als Gesteinsart, besonders in der Zechstein-, Muschelkalk- und Juraformation.

Anmerkung: Die kohlensaure Magnesia, welche mit der kohlensauren Kalkerde zusammen den Dolomit bildet, findet sich auch für sich als Mineralspezies, Magnesit genannt. Das seltene Mineral findet sich krystallinisch-körnig bis dicht und erdig, bisweilen krystallisiert, Rhomboeder mit dem Endkantenwinkel = 107° 28′ bildend, ist meist weiß oder wenig gefärbt, grau oder gelb und rot, hat H. = 3,5—4,5 und sp. G. = 2,9—3,1. Vor dem Lötrohre unschmelzbar und leuchtend, mit Kobaltsolution befeuchtet und geglüht wird er blaßrot; in erwärmten Säuren mit Brausen auflöslich. Der dichte, welcher sich bei Baumgarten in Schlesien, Hrubschütz in Mähren, Kraubat in Steiermark, Baldissero in Piemont findet, wird, wenn er rein ist, besonders zur Darstellung von Bittersalz und Kohlensäure gebraucht, wie manche Dolomite.

Dem dichten Magnesit im Aussehen ähnlich ist der derb und knollenförmig vorkommende Meerschaum, ein wasserhaltiges Silikat der Magnesia, welches 27,0 Magnesia, 60,8 Kieselsäure und 12,2 Wasser enthält. Er ist dicht mit flachmuschligem und feinerdigem Bruche, gelblich- bis graulichweiß, matt, undurchsichtig, milde, hat H. = 2,0—2,5 und sp. G. = 2,0, anscheinend niedriger, weil er viel Luft in feinen Poren enthält und daher auf dem Wasser schwimmt. Er saugt dasselbe stark ein und wird etwas knetbar. Er läßt sich leicht schneiden und drechseln und wird, besonders der aus Livadien und Natolien zu Pfeifenköpfen und Zigarrenspitzen verarbeitet. Vor dem Lötrohre schrumpft er zusammen, wird hart und schmilzt an den Kanten zu weißem Email.

Die Magnesia, welche auch für sich als ein in Oktaedern oder Hexaedern krystallisierendes Mineral am Monte Somma bei Neapel vorkommt, Periklas genannt, findet sich mit Wasser verbunden als Magnesiahydrat $H_2O . MgO$, die Spezies Brucit bildend, welche gleichfalls selten ist. Ausgezeichnete Krystalle, hexagonale Tafeln mit verschiedenen Rhomboedern an den vorherrschenden Basisflächen, vollkommen basisch spaltbar, farblos bis blaßgrün, auch blättrige Aggregate finden sich bei Texas in Pennsylvanien. Der Brucit hat H. = 2, sp. G. = 2,2—2,3, gibt im Kolben erhitzt Wasser, ist vor dem Lötrohre unschmelzbar und in Säuren ohne Brausen auflöslich. Eine fasrige Varietät, Nemalith genannt, findet sich bei Hoboken in New-Yersey.

Gyps (Taf. **XII.** Fig. **7—10**).

Derselbe krystallisiert monoklin, bildet zum Teil sehr schöne, bisweilen große Krystalle. Dieselben zeigen meist ein Prisma von 111° 30′, dessen scharfe Kanten durch die Längsflächen gerade abgestumpft sind und haben am Ende eine stumpfwinklige Hemipyramide als schräge Zuschärfung (Fig. **7 a**). Durch Vorherrschen der Längsflächen stellen sie rhomboidische Tafeln mit zugeschärften Rändern dar (Fig. **7 b**). Andere werden durch die negative und positive Hemipyramide begrenzt (Fig. **8**), sowie überhaupt noch flächenreichere Kombinationen vorkommen. Die Krystalle sind oft prismatisch ausgedehnt bis nadelförmig oder sehr verkürzt bis linsenförmig; häufig sind Zwillinge wie Fig. **9** nach der Querfläche oder wie Fig. **10** (einem Spaltungsstücke solcher vom Montmartre bei Paris) nach einem Querhemidoma. Erstere bei prismatischen, letztere bei linsenförmigen Krystallen zu beobachten. Die sehr vollkommenen Spaltungsflächen gehen den Längsflächen parallel. Die Krystalle finden sich auf- und eingewachsen, einzeln oder gruppiert. Außer krystallisiert bildet der Gyps krystallinisch-stenglige bis fasrige, auch blättrige bis körnige Aggregate, jene als Ausfüllungen von Spalten, diese als Gesteinsart in großen Massen und diese werden bisweilen bis dicht; selten ist er erdig.

Er ist farblos, weiß oder durch Beimengungen gefärbt, rötlichweiß bis rot, graulichweiß bis grau, gelblichweiß, selten anders, glasglänzend auf den Krystall-, perlmutterartig auf den vollkommenen Spaltungsflächen, seidenartig der fasrige, sonst schimmernd bis matt, durchsichtig bis undurchsichtig, ist milde, hat H. = 2 und sp. G. = 2,2—2,4. Dünne Blättchen sind biegsam. Er enthält 32,6 Kalkerde, 46,5 Schwefelsäure und 20,9 Wasser entsprechend der Formel $H_4CaO_3 . SO_3$, gibt im Kolben erhitzt viel Wasser und schmilzt stark leuchtend vor dem Lötrohre zu einem weißen alkalisch reagierenden Email; in Wasser ist er sehr wenig löslich, wie auch in Säuren; durch kochende Lösung von kohlensaurem Kali wird er zersetzt.

Der Gyps ist sehr verbreitet, schöne Krystalle finden sich beispielsweise bei Bex im Kanton Waadt in der Schweiz, am Montmartre bei Paris, bei Oxford in England, Wieliczka in Galizien, Kaden in Böhmen, Reinhardsbrunn in Thüringen (hier besonders große), Girgenti in Sicilien u. s. w. (Fraueneis, Marienglas wurde der krystallisierte bisweilen genannt, insofern die farblosen durchsichtgen

Spaltungsblätter wie Glas verwendet wurden); der fasrige erhielt den Namen Atlasspat wegen des Seidenglanzes. Der körnige bis dichte kommt als Gesteinsart in sedimentären Formationen, besonders in der Nachbarschaft von Steinsalz in der Zechsteinformation und in jüngeren vor.

Er wird vielfach technisch verwendet, gebrannt, pulverisiert und mit Wasser angemacht zu Mörtel, Stuckaturen, Abgüssen und Formen, roh und gebrannt zur Verbesserung des Ackerbodens, auch bei der Porzellan- und Glasfabrikation, der feinkörnige und dichte (als sog. Alabaster) zu Bildhauerarbeiten, architektonischen Verzierungen, Vasen, Statuetten, Dosen u. s. w., der fasrige zu Perlen und anderen Schmuckgegenständen.

Anhydrit, Karstenit, Vulpinit, Muriazit, Gekrösestein (Fig. 11 und 12).

Derselbe ist wasserfreies Calciumsulfat $CaO . SO_3$ (daher auch wasserfreier Gyps genannt) mit 41,2 Kalkerde und 58,8 Schwefelsäure und findet sich meist nur krystallinisch-körnige bis dichte Massen bildend, welche als Gesteinsart vorkommen. Der dichte heißt Gekrösestein, wenn er wellenförmig gebogene Lagen bildet. Selten sind einzelne Krystalle eingewachsen und aufgewachsen, sie sind rhombisch, die einfachsten bilden die Kombination (Fig. 12) der Quer-, Längs- und Basisflächen, zum Teil mit einer (Fig. 11) oder mehreren Pyramiden, außerdem finden sich prismatische bis nadelförmige. Er ist vollkommen spaltbar parallel den drei Flächenpaaren (Fig. 12), weiß bis farblos, durch Beimengungen gefärbt, rötlich bis fleischrot, gelblich und blaßblau, hat H. = 3,0—3,5 und sp. G. 2,8—3,0. Im Kolben erhitzt gibt er kein Wasser, ist vor dem Lötrohre etwas schwierig zu weißem, alkalisch reagierendem Email schmelzbar, in Wasser und Säuren sehr wenig löslich. Durch Einfluß von Feuchtigkeit wandelt er sich allmählich in Gyps um, weshalb bisweilen scheinbar frischer Anhydrit im Kolben etwas Wasser abgibt. Der Anhydrit ist ein gewöhnlicher Begleiter des Steinsalzes, so im Salzkammergut, bei Bex in der Schweiz, Sulz am Neckar u. a. O. Die schönen blaßblauen krystallinischen Massen vom letztgenannten Orte, so wie die von Vulpino in Oberitalien werden wie Marmor verarbeitet.

Apatit, Moroxit, Spargelstein, Phosphorit, Osteolith. (Taf. XII. Fig. 13 und 14.)

Derselbe findet sich meist krystallisiert, die einfachste Gestalt ist die Kombination (Fig. 13) eines hexagonalen Prisma mit den Basisflächen, dazu treten (Fig. 14) hexagonale Pyramiden und bisweilen sind die Krystalle sehr flächenreiche. Sie sind undeutlich spaltbar parallel den Flächen der Fig. 13. Außer krystallisiert findet er sich auch krystallinisch körnig, faserig, dicht bis erdig (Faserapatit, Phosphorit, Osteolith), wie bei Logrosa in Spanien, Amberg in Bayern, Hanau in Hessen und Szigeth in Ungarn. Schöne Krystalle kommen in der Schweiz am St. Gotthard, in Tyrol, in Salzburg, Böhmen und Sachsen, große beispielsweise bei Arendal in Norwegen (Moroxit) und Hammond in New-York vor.

Er ist farblos bis weiß oder gefärbt (blaßgrüner im Zillerthal in Tyrol heißt Spargelstein), glasglänzend, auf den Bruchflächen wachsartig (der faserige, dichte und erdige ist matt), durchsichtig bis undurchsichtig, hat H. = 5 und sp. G. = 3,1—3,24. Das Pulver phosphoresciert beim Erhitzen. Er enthält phosphorsaure Kalkerde mit wenig Fluor- (auch Chlor-) Calcium nach der Formel $3\,(3\,CaO . P_2O_5) + CaF_2$, ist in Salz- oder Salpetersäure auflöslich, vor dem Lötrohre in dünnen Splittern schwer schmelzbar. Wird das mit Schwefelsäure befeuchtete Pulver auf Platindraht erhitzt, so färbt sich die Flamme durch die Phosphorsäure blaugrün.

Der Apatit scheint durch seine weite Verbreitung und durch sein Vorkommen in verschiedenen Gesteinsarten einen wesentlichen Einfluß auf die der Phosphorsäure bedürftige tierische Welt zu haben, insofern diese sie aus den Pflanzen aufnehmen. Die Asche der meisten Pflanzen läßt Calciumphorphat nachweisen und es wird deshalb besonders der dichte und erdige Apatit als Düngungsmittel verwendet, wozu sich selbst Kalksteine, Mergel und Sandsteine eignen, in welchen er als Beimengung, stellenweise reichlich, enthalten ist.

Fluorit, Flußspat, Fluorcalcium (Taf. XII. Fig. 15—18 und Taf. XIII. Fig. 1 und 2).

Dieses durch seine häufig vorkommenden schönen und bisweilen großen Krystalle ausgezeichnete Mineral krystallisiert regulär; die Krystalle sind meist Hexaeder, auch Oktaeder (Fig. 15) und Rhombendodekaeder, zeigen vielfache Kombinationen, so des Hexaeders mit dem Oktaeder (Fig. 16), mit einem Tetrakishexaeder (Fig. 17), mit einem Tetrakontaoktaeder (Fig. 18) u. a. m. Die Flächen sind glatt oder rauh, getäfelt (Taf. XIII Fig. 1) und drusig, oft finden sich Zwillinge (Taf. XII Fig. 17 und Taf. XIII Fig. 1). Außer krystallisiert, die Krystalle immer aufgewachsen, kommt er krystallinisch-körnig (so in Gängen von Blei- und Silbererzen in älteren Formationen), krystallinisch-stenglig (Taf. XIII Fig. 2), selten dicht (Flußstein) vor, wie bei Stollberg am Harz und in Cornwall, und erdig (Flußerde) wie bei Freiberg in Sachsen. Der krystallisierte und krystallinische ist vollkommen spaltbar parallel den Oktaederflächen.

Die Farben sind sehr verschieden, gelb, grün, blau, rot, violett, grau, selten ist er farblos bis weiß, der Glanz der Krystalle und des krystallinischen ist glasartig, die Pellucidität in allen Graden. Die gefärbten sind ein-, zwei- und mehrfarbig, Krystalle zeigen bisweilen bei auffallendem und durchfallendem Lichte verschiedene Färbung (so die schönen aus Derbyshire blaue und grüne, Taf. XII Fig. 17) Fluorescenz. Die Härte ist = 4, das sp. G. = 3,1—3,2. Der Fluorit ist Fluorcalcium CaF_2 mit 51,3 Calcium und 48,7 Fluor. In konzentrierter Schwefelsäure ist er auflöslich, Fluorwasserstoffsäure (Flußsäure) entwickelnd, welche das Glas ätzt und trübe macht. Im Kolben erhitzt phosphoresciert er mit verschiedenen Farben und verliert daher seine Farbe, die von minimen Mengen gewisser Kohlenwasserstoffverbindungen abhängt. Vor dem Lötrohre zerknistert er, phosphoresciert und schmilzt in dünnen Splittern zu unklarer Masse, gibt mit Borax und Phosphorsalz klare Perlen, mit Gypspulver gemengt eine klare, beim Abkühlen trübe Perle.

Schöne Krystalle finden sich in der Schweiz, in Böhmen, Sachsen, Baden, Ungarn, England, Norwegen u. s. w.; der krystallinisch-stenglige, welcher zu Schalen, Vasen und anderen Kunstgegenständen verarbeitet wird, findet sich in Cumberland (Taf. XIII. Fig. 2). Der krystallinisch-körnige, welcher oft in Gängen und zum Teil sehr reichlich vorkommt, wird besonders als Zuschlag beim Ausschmelzen streng flüssiger Erze verwendet, indem er den Fluß befördert (daher der Name des Minerals), auch bei der Porzellan- und Glasfabrikation und zur Darstellung der Fluorwasserstoffsäure.

VII. Baryterde-Verbindungen.

Die Baryt- oder Schwererde, die schwerste unter den alkalischen Erden, bildet wenige Verbindungen, in denen sie bei Behandlung derselben vor dem Lötrohre sich durch die grünlichgelbe Färbung der Lötrohrflamme erkennen läßt.

Witherit, Baryumcarbonat (Fig. 3, Taf. XIII).

Krystallisiert nicht häufig, die Krystalle als rhombische haben Aehnlichkeit mit denen des Aragonit, sind jedoch und besonders noch mehr in Folge der Zwillingsbildung hexagonalen Krystallen ähnlich, bilden scheinbar hexagonale Pyramiden, ähnlich (Fig. 10) durch Kombination einer Pyramide und eines Längsdoma oder solche mit Zuschärfung der Seitenkanten, (Fig. 3) durch das Hinzutreten einer zweiten Pyramide und eines zweiten Längsdoma. Deutlich spaltbar parallel einem rhombischen Prisma von 118° 30′.

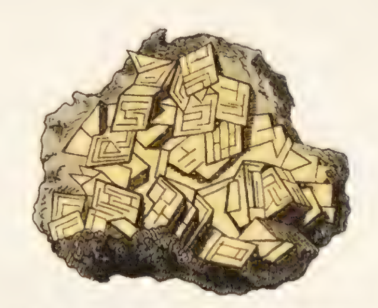


1. Aragonit von Waltsch in Böhmen.

2. Aragonit von Molina.



3. Aragonit, spießig bis nadelförmig.



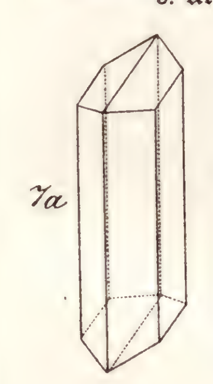
4. Dolomitkrystalle von Schneeberg in Sachsen.



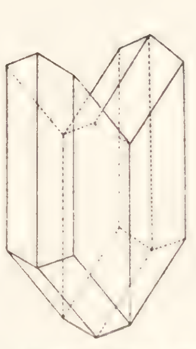
5. Aragonit aus Constantine in Algerien.



6. Aragonit von Gibraltar in Spanien.



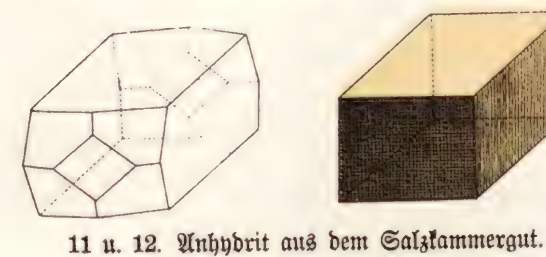
7 u. 8. Gypskrystalle.



9. Zwilling nach der Querfläche.

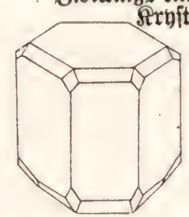


10. Spaltungsstück eines Zwillings linsenförmiger Krystalle.

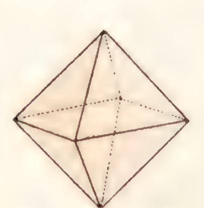


11 u. 12. Anhydrit aus dem Salzkammergut.

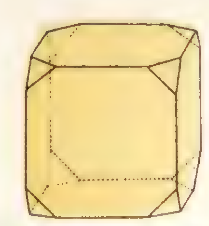
13. Apatit von Schlackenwald in Böhmen.



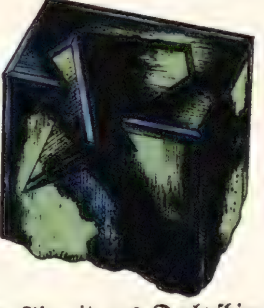
14. Apatit vom St. Gotthard.



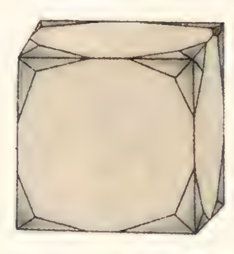
15. Fluorit vom St. Gotthard.



16. Fluorit von Gersdorf in Sachsen.



17. Fluorit aus Derbyshire in England.



18. Fluorit aus dem Münsterthale in Baden.

Er bildet meist spießige Krystalle, radialstenglige bis fasrige Aggregate, zum Teil mit kugligen, traubigen und nierenförmigen Gestalten oder derbe Massen. Er ist farblos, weiß bis grau und blaßgelb, glas-, auf den Bruchflächen wachsglänzend, durchsichtig bis durchscheinend, hat H. = 3,0—3,5 und sp. G. = 4,2—4,3. Der Formel $BaO.CO_2$ entsprechend enthält er 22,3 Kohlensäure und 77,7 Baryterde, schmilzt vor dem Lötrohre zu weißem Email und wird kaustisch und ist in Säuren mit Brausen auflöslich. Er findet sich bei Leogang in Salzburg, Peggau in Steiermark, Alston in Cumberland, Anglesark in Lanscashire, Fallowfield und Hexham in Northcumberland in England u. a. O. Die Benützung beschränkt sich auf die Darstellung von Barytsalzen, auch dient das Pulver zur Vertilgung von Ratten und Mäusen, da es für warmblütige Tiere ein Gift ist.

Baryt, Schwerspat, Baryumsulfat. (Fig. **4**—**6** Taf. **XIII**.)

Krystallisiert rhombisch und bildet sehr verschiedene, zum Teil flächenreiche Krystalle, sehr kleine bis solche von ansehnlicher Größe. Die einfachsten stellen rhombische Tafeln (Fig. **4**) dar, deren Randflächen auf den Tafelflächen senkrecht sind und sich unter 101°32 und 78°28 schneiden. Sie werden als die Kombination eines Prisma mit den Basisflächen oder als Kombination der Längsflächen mit einem Querdoma aufgefaßt, je nachdem man sie stellt. Davon hängt überhaupt die Beurteilung aller anderen Barytkrystalle ab. So sind z. B. oblonge Tafeln mit zugeschärften Rändern (Fig. **5** aus Gängen des bunten Sandsteines im Schwarzwald) als Kombination der Basisflächen mit einem Quer- und Längsdoma oder als eine solche der Längsflächen mit einem Prisma und Längsdoma, prismatische Krystalle (Fig. **6** aus der Auvergne in Frankreich) als Kombination eines Querdoma und Prisma oder als solche eines vorherrschenden Prisma mit einem untergeordneten Querdoma aufzufassen. Der Baryt ist vollkommen spaltbar parallel den Flächen der zuerst angeführten Kombination. Außer einzelnen Krystallen und halbkugligen Gruppen findet er sich in derben Massen, dabei krystallinisch blättrig, körnig, stenglig oder fasrig abgesondert, selten ist er dicht oder erdig.

Er ist farblos, weiß, grau, gelb, selten anders gefärbt, glasglänzend, durchsichtig bis undurchsichtig, hat H. = 3,0—3,5 und sp. G. = 4,3—4,7. Erwärmt phosphoresciert er, mancher gebrannte auch durch Bestrahlung mit Sonnenlicht, wie der stenglige bis fasrige vom Monte Paterno bei Bologna (Bologneserspat) und bleibt im Dunkeln einige Zeit leuchtend. Ist $BaO.SO_3$ mit 65,7 Baryterde und 34,3 Schwefelsäure; in Säuren unlöslich, vor dem Lötrohre meist heftig zerknisternd, schwierig zu alkalisch reagierender Masse schmelzbar, in der inneren Flamme zu Schwefelbaryum, welches mit Wasser befeuchtet Silber schwärzt und Schwefelwasserstoff entwickelt. Die Probe löst sich auch in Salzsäure, Zusatz von Schwefelsäure gibt einen weißen Niederschlag, Baryt, der in Salpetersäure unlöslich ist.

Der Baryt findet sich häufig, besonders auf Erzgängen, bisweilen sehr mächtig; schöne Krystalle kommen in Ungarn, Böhmen, Sachsen, Baden, am Harz, in der Auvergne in Frankreich u. s. w. vor. Er wird zur Darstellung von Baryterde benützt, die feingemahlen dem Bleiweiß beigemengt wird, um es billiger zu machen, auch als Malerfarbe und zu sogenannten Lichtmagneten.

Als interessante Spezies sind noch der rhombische Alstonit und der monokline Barytocalcit von Alston in Cumberland zu nennen, welche beide $BaO.CO_2 + CaO.CO_2$ sind.

VIII. Strontiaverbindungen.

Diese sind noch seltener als die vorangehenden, nur etwas leichter und färben die Lötrohrflamme lebhaft purpurrot. Dem Witherit entspricht der Strontianit, die kohlensaure Strontia $SrO.CO_2$. Derselbe krystallisiert auch rhombisch, ähnlich dem Aragonit, wie bei Strontian in Schottland, Bräunsdorf in Sachsen, Clausthal am Harz, Hamm in Westphalen, Leogang in Salzburg und wenigen anderen Orten, kommt oft spießig und nadelförmig vor oder derb mit stengliger und fasriger Absonderung. Er ist spaltbar parallel dem Prisma von 117°19′, ist im Aussehen dem Witherit ähnlich und hat sp. G. = 3,6—3,8, H. = 3,5. Vor dem Lötrohre schwillt er an, leuchtet stark, färbt die Flamme rot und schmilzt nur schwer an den Spitzen. In Säuren ist er leicht mit Brausen auflöslich.

Cölestin, schwefelsaure Strontia (Taf. **XIII**., Fig. **7** bis **9**).

Krystallisiert rhombisch isomorph mit Baryt, doch sind die Krystalle meist prismatisch oder domatisch ausgebildet bis nadelförmig, wobei auch wieder, wie bei den Barytkrystallen die Stellung verschieden angenommen werden kann, wie die Krystalle von Girgenti in Sicilien (Fig. **7** und **8**) zeigen. Er ist spaltbar wie Baryt, in einer Richtung vollkommen, weniger vollkommen nach den beiden anderen unter 75° 56′. Er findet sich nicht häufig, doch stellenweise sehr reichlich und schön krystallisiert, wie in den Schwefelgruben Siciliens, bei Bristol in England, Herrengrund in Ungarn, Leogang in Salzburg; krystallinisch blättrig und stenglig an der Seiser Alpe in Tyrol, bei Girgenti in Sicilien, im Aargau in der Schweiz, fasrig bei Dornburg unweit Jena, dicht und unrein durch Kalk am Montmartre bei Paris.

Er ist farblos bis weiß, selten blaßblau, glasglänzend, durchsichtig bis undurchsichtig, hat H. = 3,0—3,5 und sp. G. = 3,9—4,0. — $SrO.SO_3$ mit 56,4 Strontia und 43,6 Schwefelsäure. Wird von Säuren wenig angegriffen, schmilzt zerknisternd vor dem Lötrohre ziemlich leicht zu einem milchweißen, alkalisch reagierendem Email, die Flamme purpurrot färbend, auf Kohle in der inneren Flamme zu Schwefelstrontium, welches in Salzsäure gelöst und mit Alkohol versetzt, die Flamme desselben purpurrot färbt. Der Cölestin wird zur Darstellung der Strontia und ihrer Verbindungen benützt, die in der Feuerwerkerei schöne rote Farben hervorbringen, wie die salpetersaure Strontia und das Chlorstrontium.

Zwischen Baryt und Cölestin steht der seltene Barytocölestin, welcher gleichzeitig $BaO.SO_3$ und $SrO.SO_3$ enthält.

IX. Kalisalze.

Reine Kaliumverbindungen sind sparsam, häufiger kommt das Kali gemeinsam mit anderen Basen vor, wie bei den schon angeführten Silikaten im Orthoklas, Leucit, Muscovit u. a. Die nachfolgenden Verbindungen sind mineralogisch Salze, d. h. im Wasser auflösliche und sie erteilen der Lötrohrflamme violette Farbe.

Arcanit, Glaserit, Kalisulfat, schwefelsaures Kali (Taf. **XIII**., Fig. **10**).

Findet sich selten krystallisiert, rhombisch, in gewissen Kombinationen scheinbar hexagonal, wie Fig. **10** durch eine Pyramide mit einem Längsdoma; meist nur weiße Krusten und Beschläge bildend, die durch Beimengungen auch grau, gelb oder blaulich sind, wie auf vesuvischen Laven. H. = 2,5—3,0; sp. G. = 2,68—2,71. $K_2O.SO_3$ mit 54 Proc. Kali und 46 Schwefelsäure. Geschmack salzigbitter. Vor dem Lötrohre zerknisternd, schmelzbar, dabei die Flamme violett färbend und beim Abkühlen krystallinisch erstarrend; gibt in der inneren Flamme Schwefelkalium, welches auf Silber mit Wasser befeuchtet dasselbe schwärzt.

Kali-Alaun, Kalinit (Fig. **11**).

Findet sich beispielsweise auf Laven, in Brandfeldern der Steinkohlenformation wie bei Saarbrück an der Saar, Duttweiler in der Grafschaft Saarbrück und im Dep. des Aveyrons in Frankreich, regulär, einzelne Oktaeder oder

reihenförmige Gruppen (Fig. 11) bildend, damit auch oft das Hexaeder und Rhombendodekaeder kombiniert, gewöhnlich aber als krystallinische Krusten und Efflorescenz. Farblos bis weiß, grau oder gelb, durchscheinend, glasglänzend, hat H. = 2,0—2,5 und sp. G. = 1,9. Enthält auf 1 K_2O 1 Al_2O_3, 4 SO_3 und 24 H_2O. Schmeckt süßlich zusammenziehend, löst sich leicht im Wasser und krystallisiert bei dem Verdampfen desselben. Schmilzt im Kolben unter Aufblähen und giebt viel Wasser, die ausgeglühte trockene weiße Masse wird mit Kobaltsolution befeuchtet und geglüht blau.

Häufig bildet sich auch Kalialaun in Alaunschiefer genannten Thonschiefern und Schieferthonen, wenn sie Schwefelkiese enthalten und diese verwittern. Er bildet dann Efflorescenzen oder durchdringt die Gesteine, aus denen er durch Auslaugen gewonnen wird. Er wird in der Färberei und zu anderen technischen Zwecken verwendet.

Außer dem Kali-Alaun giebt es noch verschiedene andere Alaune, welche anstatt Kali Natron oder Ammonia oder Magnesia, Eisen- oder Manganoxydul enthalten, daher man den obigen Kali-Alaun nennt. Sie entstehen unter ähnlichen Verhältnissen und bilden meist krystallinisch-fasrige Ausfüllungen von Spalten, Efflorescenzen, Beschläge u. s. w. Dem Kali-Alaun verwandt ist der in Wasser unlösliche Alunit, welcher auf 1 K_2O 3 Al_2O_3, 4 SO_3 und 6 H_2O enthält. Derselbe bildet kleine farblose rhomboedrische Krystalle in Drusenräumen zersetzter trachytischer Gesteine, durchdringt auch körnig, dicht bis erdig die Gesteine innig, weshalb dieselben aus viel Alunit bestehend, gemengt mit den Gesteinsresten meist kieseliger Natur als Ganzes Alaunstein genannt werden. Er ist weiß oder wenig gefärbt und aus ihm wird durch Rösten und Auslaugen Kali-Alaun gewonnen, wie bei Tolfa unweit Civita vecchia in Italien, woher der im Handel römischer Alaun genannte kommt.

Nitrit, Kalisalpeter, salpetersaures Kali (Fig. 12 und 13). Krystallisiert rhombisch, bildet (Fig. 12 und 13) die Kombination eines Prisma von 118° 49′ mit den Längsflächen, woran die Enden Längsdomen und eine Pyramide zeigen, ist nach den Längs- und Prismaflächen spaltbar, hat muschligen bis unebenen Bruch, ist farblos, weiß oder grau, glasglänzend, hat H. = 2 und sp. G. = 1,9—2,1. $K_2O.N_2O_5$ mit 46,5 Proc. Kali und 53,5 Salpetersäure. Schmeckt kühlend salzig, ist leicht löslich in Wasser, schmilzt vor dem Lötrohre leicht auf Platindraht die Flamme violett färbend, verpufft auf glühende Kohlen gestreut lebhaft. Als Mineral bildet er krystallinisch-körnige, stenglige bis fasrige Aggregate, Krusten, Efflorescenzen und mehlige Beschläge.

Er entsteht durch Fäulnis organischer Substanzen und findet sich in lockeren Gesteinen, in Höhlen und auf der Oberfläche des Bodens und ist meist sehr unrein, gemengt mit erdigen Substanzen und anderen Salzen, weshalb er durch Auslaugen und Zusätze, wie von Asche oder Pottasche gereinigt werden muß. Da seine Verwendung zur Bereitung des Schießpulvers, der Salpetersäure und anderer Produkte, als Arzneimittel, in der Färberei, Druckerei, bei der Glasfabrikation, zur Konservierung des Fleisches u. s. w. eine sehr ausgedehnte ist, wird er meist auf künstliche Weise in sogenannten Salpeterplantagen erzeugt, indem man humusreiche Erde und Dünger mit gebranntem Kalk und Pflanzenasche mengt, mit Düngerjauche begießt und der Einwirkung der Luft überläßt.

Sylvin, Chlorkalium, Leopoldit, Hövelit.

Dieses früher als Sublimat auf vesuvischen Laven in geringer Menge gefundene Salz, jetzt reichlich in den Steinsalzlagern von Staßfurt bei Magdeburg und Kalucz in Galizien vorkommend, krystallisiert regulär, bildet Hexaeder und Oktaeder, Kombinationen beider und noch anderer Gestalten und als krystallinisch-körnige Aggregate mächtige Massen, ist vollkommen hexaedrisch spaltbar, farblos bis weiß oder wenig gefärbt, glasglänzend, durchsichtig bis an den Kanten durchscheinend, hat H. = 2 und sp. G. = 1,9 bis 2,0. Er ist vor dem Lötrohre leicht schmelzbar, die Flamme violett färbend, in Wasser leicht auflöslich und fast wie Steinsalz schmeckend. KCl, zum Teil etwas Na enthaltend. Wird zur Darstellung von Chlor und von Kaliverbindungen verwendet.

X. Natronsalze.

Solche als im Wasser lösliche Minerale kommen häufiger vor als die Kalisalze, außerdem ist Natron in verschiedenen schon angeführten Silikaten, wie namentlich in Feldspaten sehr häufig enthalten. Vor dem Lötrohre geprüft erteilen sie der Flamme eine intensive rötlichgelbe Färbung.

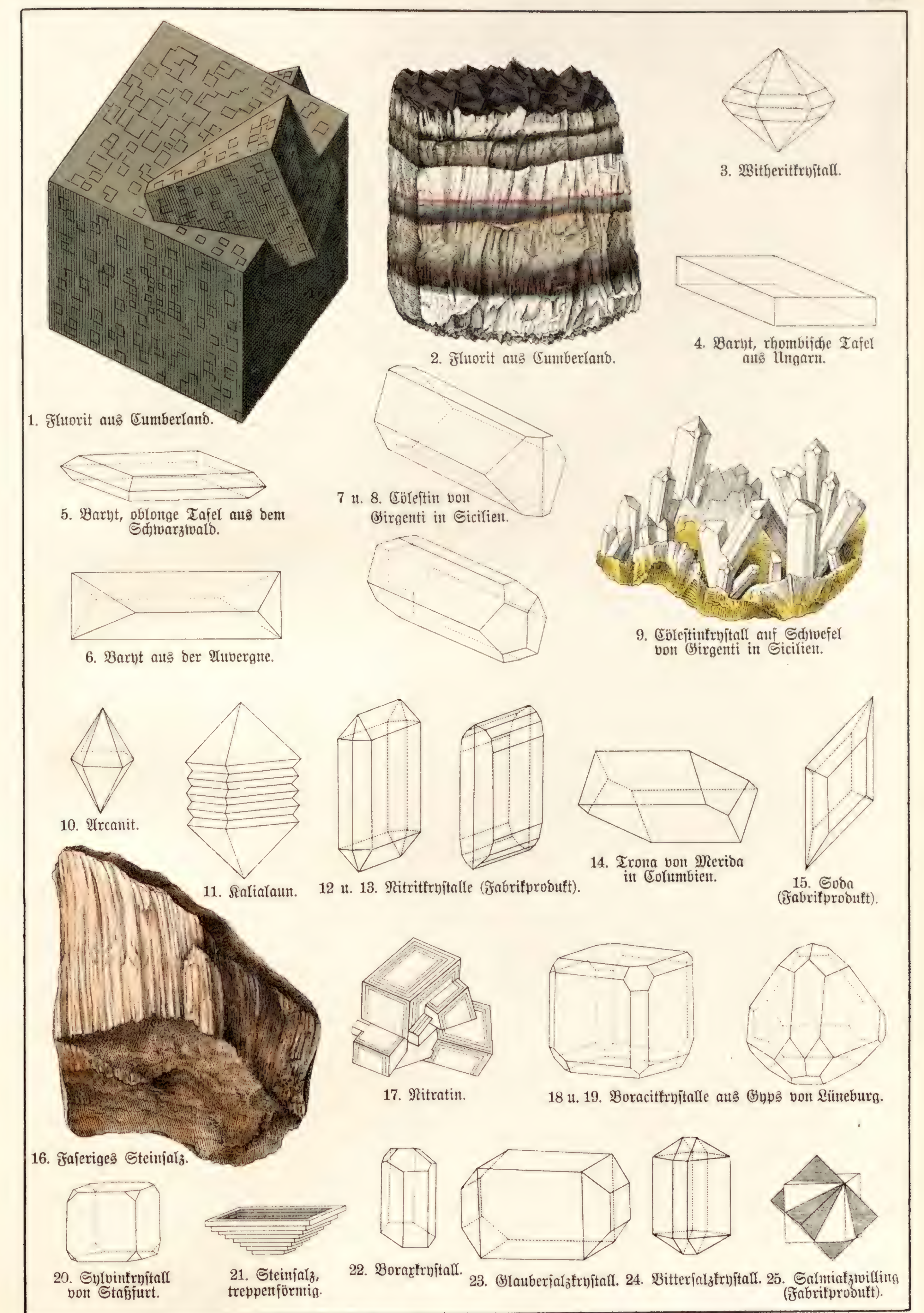
Soda und Trona (Fig. 14 und 15).

Beide finden sich als Minerale gewöhnlich als Absätze an den Ufern von Natronseen, wie in Aegypten, als Efflorescenzen, mehlige Beschläge und krystallinische Krusten oder Überzüge auf der Bodendecke, auf Gesteinswänden und in Höhlungen, selten deutliche Krystalle bildend, deren Gestalten an solchen durch künstlich eingeleitete Krystallisation besser gesehen werden können. Beide krystallisieren monoklin, jene gewöhnlich in dicken rhomboidischen Tafeln (Fig. 15) durch die vorherrschenden Längsflächen in Kombination mit einem Prisma, dessen sichtbare Kanten 79° 41′ messen und mit einer Hemipyramide als Zuschärfung am Ende, deren Endkante 76° 28′ mißt; diese, die Trona gewöhnlich in rhomboidisch prismatischen Gestalten, welche durch die Basis- und Querflächen gebildet werden, die sich unter 103° 15′ schneiden. Seitlich werden diese durch eine Hemipyramide begrenzt (Fig. 14). Beider Krystalle sind nach den Querflächen spaltbar. Beide Salze sind farblos bis weiß, grau, oder durch Beimengungen etwas gefärbt, glasglänzend, durchsichtig bis durchscheinend. Soda hat H. = 1,0—1,5 und sp. G. = 1,4—1,5, Trona hat H. = 2,5—3,0 und sp G. = 2,1—2,2. Sie sind in Wasser leicht löslich, haben starken laugeartigen Geschmack, sind in verdünnter Salzsäure mit starkem Brausen löslich und vor dem Lötrohre leicht schmelzbar. Mit Manganoxyd in der äußeren Flamme auf Platindraht geschmolzen geben sie eine schön grünlichblau gefärbte, beim Erkalten trübe werdende Perle von mangansaurem Natron.

Die Soda enthält auf 1 Molekul Na_2O 1 Molekul CO_2 und 10 Molekule H_2O (nahe 63 Proc. Wasser) und zerfällt an der Luft zu Pulver durch Verlust eines großen Teiles des Wassers, während die Trona 2 Na_2O, 3 CO_2 und nur 4 H_2O (22 Proc. Wasser) enthält und an der Luft nicht verwittert. Beide werden zur Fabrikation von Seife und Glas, zum Bleichen und Waschen, zur Darstellung chemischer Präparate u. s. w. verwendet.

Steinsalz, Chlornatrium, Kochsalz (Fig. 16 und 21, Taf. XIII).

Dasselbe krystallisiert regulär, bildet gewöhnlich nur das Hexaeder und ist vollkommen hexaedrisch spaltbar. Hauptsächlich findet es sich als Gesteinsart derb, große, zwischen anderen sedimentären Gesteinsarten eingelagerte Massen bildend, welche krystallinisch-körnige, mit verschiedener Größe des Kornes sind und bei den großkörnigen, einzelnen Individuen die ansehnliche Größe bis über 30 cm Durchmesser erreichend. Bisweilen ist es stenglig bis fasrig (Fig. 16 von Wilhelmsglück am Kocher u. a. O.) als Ausfüllung von Gängen und Spalten, auch stalaktitisch, oder bildet krystallinische Überzüge, Krusten, Anflüge und Efflorescenzen gewöhnlich als Absatz aus salzhaltigem Wasser. Das ganz reine ist farblos bis weiß, durchsichtig bis durchscheinend, glasglänzend, häufig ist es durch Beimengungen grau, gelb, rot oder braun gefärbt, bisweilen sapphirblau (wie im Salzkammergut) durch eigentümliche Kohlenwasserstoffverbindungen. Durch die Beimengungen wird es weniger durchscheinend, ist aber nie undurchsichtig. Es ist etwas spröde, hat H. = 2 und sp. G. = 2,1—2,2. Im Wasser leicht löslich, hat einen rein salzigen Geschmack. In feuchter


1. Fluorit aus Cumberland.
2. Fluorit aus Cumberland.
3. Witheritkrystall.
4. Baryt, rhombische Tafel aus Ungarn.
5. Baryt, oblonge Tafel aus dem Schwarzwald.
6. Baryt aus der Auvergne.
7 u. 8. Cölestin von Girgenti in Sicilien.
9. Cölestinkrystall auf Schwefel von Girgenti in Sicilien.
10. Arcanit.
11. Kalialaun.
12 u. 13. Nitritkrystalle (Fabrikprodukt).
14. Trona von Merida in Columbien.
15. Soda (Fabrikprodukt).
16. Faseriges Steinsalz.
17. Nitratin.
18 u. 19. Boracitkrystalle aus Gyps von Lüneburg.
20. Sylvinkrystall von Staßfurt.
21. Steinsalz, treppenförmig.
22. Boraxkrystall.
23. Glaubersalzkrystall.
24. Bittersalzkrystall.
25. Salmiakzwilling (Fabrikprodukt).

Luft zerfließt es allmählig. Als NaCl enthält es 39,3 Proc. Natrium und 60,7 Chlor. Vor dem Lötrohr ist es leicht schmelzbar und verdampft; auf Platindraht geschmolzen färbt es die Lötrohrflamme stark rötlichgelb, bei Zusatz von Phosphorsalz und Kupferoxyd blau und läßt dadurch den Chlorgehalt erkennen. Im Glasrohre erhitzt zerknistert es, bisweilen auch beim Auflösen in Wasser durch das Entweichen mechanisch eingeschlossener Gase (das sogenannte Knistersalz von Wieliczka in Galizien). Mit Schwefelsäure übergossen entwickelt es Salzsäure, besonders beim Erwärmen.

Das Steinsalz ist das verbreitetste Natronsalz unserer Erde, indem es sich zunächst im Meerwasser und im Wasser von Binnenseen aufgelöst findet, aus solchen in früheren Zeiten abgesetzt wurde und so oft beträchtliche Flötze oder Muldenausfüllungen, zuweilen auch lagerartige Stöcke in verschiedenen geologischen Formationen, hauptsächlich in den mittleren und jüngeren bildet, wo es in der Regel von Thon, Anhydrit und Gyps begleitet und frei von Versteinerungen vorkommt, zuweilen seine Gegenwart durch mehr oder minder reiche Salzquellen (Soolen) kund gibt.

Die Steinsalzlager von Wieliczka in Galizien sind wegen ihrer Ausdehnung und Reinheit schon lange berühmt. Bei Cordona in Spanien findet sich ein ganzer Salzberg frei zu Tage stehend, in der westlichen Kirgisensteppe des südlichen Rußland liegt es nur wenige Fuß unter der Erdoberfläche. Die Steinsalzlager Schwabens finden sich 6 bis 12 m mächtig im unteren Muschelkalk in drei verschiedenen Gruppen, nämlich am oberen Neckar von Schwenningen bei Sulz, am unteren Neckar bei Friedrichshall und Wimpfen, am Kocher bei Wilhelmsglück und Hall; die von Vic in Lothringen 58 m mächtig im unteren Keuper, die von Chester im nördlichen England bis 65 m mächtig, die von Staßfurt bei Magdeburg 170 bis über 200 m mächtig im bunten Sandstein; das Steinsalz von Salzburg, Hall in Tyrol und das des Salzkammergutes Reichenhall, Ischl, Hallein und Berchtesgaden u. s. w. gehören dem sogenannten Haselgebirge an, einem bituminösen, mit Gyps untermengtem Thone, welcher dem dortigen Alpenkalke eingelagert ist und unterirdisch ausgelaugt wird. Die gesättigte Soole wird zu Tage gefördert und in den Salzpfannen versotten. Die jodreichen Salzquellen von Kreuznach entspringen aus dem Kohlengebirge und werden durch Gradieren konzentriert, ehe sie in Salzpfannen kommen.

Sehr reiche Salzquellen sind zu Kissingen in Bayern und zu Nauheim in der Wetterau; letztere sind warm und werden hauptsächlich zum Baden verwendet. Auch die Quellen von Cannstatt und Mergentheim in Württemberg enthalten Steinsalz aufgelöst. Die Salzseen des Binnenlandes, wie z. B. das tote Meer und das Meerwasser liefern eine Menge Salz und aus letzterem wird häufig Salz als sogenanntes Meersalz gewonnen; so z. B. an der Küste von Istrien und Dalmatien.

Wenn die Soolen abgedampft werden, bilden sich oft kleine trichterförmige, vertiefte, treppenartig gestaltete Krystalle (Fig. 21), welche zu Boden sinken und getrocknet unter dem Namen Sudsalz in den Handel kommen. Sie enthalten stets etwas Wasser eingeschlossen und können nur durch Zerreiben und anhaltendes Austrocknen oder durch Schmelzen davon befreit werden. Aus den unreinen Steinsalzvorkommnissen wird durch Auflösen in Wasser und Abdampfen das meiste Kochsalz dargestellt, die ganz reinen Vorkommnisse werden nur zerstampft und liefern das Tafelsalz.

Das Steinsalz dient teils roh, teils gereinigt zum Würzen der Speisen und zur Erhaltung von Fleisch, Fischen, Gemüsen u. s. w. für die menschliche Nahrung und wurde in den ältesten Zeiten schon so benützt. Auch für die meisten Tiere scheint es eine unentbehrliche Zuthat zu den Nahrungsmitteln zu sein, zumal alle Flüssigkeiten des tierischen Körpers mehr oder weniger Chlornatrium enthalten. Als Düngungsmittel wird das Steinsalz vielfach benützt, so namentlich dient auch der das Steinsalz beigemengt enthaltende Thon, Salzthon, Hallerde genannt, gewöhnlich dazu. Zur Soda-, Seifen- und Glasfabrikation, zur Darstellung von Chlor und Salzsäure wird es in Fabriken vielfach angewendet. Das gemahlene rohe Steinsalz wird unter dem Namen Vieh- und Dungsalz, Badsalz gleichfalls in den Handel gebracht und in Wasser gelöst, wie die natürlichen Soolquellen auch zu Bädern gegen Skropheln, Drüsenverhärtung u. dergl. verwendet.

Nitratin, salpetersaures Natron, Natronsalpeter, Chilesalpeter (Fig. 17).

Dieser findet sich in ausgedehnten und selbst bis 1 m und darüber mächtigen Ablagerungen in Begleitung von Thon und Sand, zum Teil verunreinigt durch andere Salze in Peru, besonders bei Iquique und Tarapaca, in Bolivia an der Grenze von Chile und im Distrikt Atacama in Chile, krystallinisch-körnig und krystallisiert, das stumpfe Rhomboeder mit den Endkanten = 105° 50′ bildend, nach dessen Flächen er auch vollkommen spaltbar ist. Er ist farblos, weiß, grau, gelblich bis rötlichbraun, glasglänzend, durchsichtig bis durchscheinend, hat H. = 1,5—2,0 und sp. G. = 2,1—2,2. Er ist im Wasser leicht löslich und hat kühlend bittersalzigen Geschmack; schmilzt auf Platindraht leicht und verpufft auf glühenden Kohlen weniger lebhaft als Nitrit. Seine Formel ist $Na_2O . N_2O_5$ und er enthält 63,5 Salpetersäure und 36,5 Natron.

Der rohe, und im Handel Chilesalpeter oder westindischer Salpeter genannte Nitratin ist aber nicht rein und wird durch Auflösen im Wasser und Krystallisieren gereinigt, wobei die Rhomboeder oft treppenartige Vertiefungen (Fig. 17) zeigen. Er wird zur Darstellung der Salpetersäure, des Nitrit und bei der Schwefelsäurefabrikation verwendet, nicht aber zu Schießpulver, weil er aus der Luft Feuchtigkeit anzieht.

Glaubersalz (Fig. 23), schwefelsaures Natron; Blödit, Thenardit und Glauberit.

Als Mineral bildet das Glaubersalz, auch Mirabilit genannt, keine deutlichen Krystalle, nur Krystallkörner und Nadeln oder krystallinische krustenartige, stalaktitische Überzüge, Efflorescenzen und mehlartige Beschläge. Die nach Lösung in Wasser und Krystallisieren erhaltenen Krystalle sind monokline (Fig. 23), in der Richtung der Querachse verlängerte rhomboidisch-prismatische, durch die sich unter 107° 45′ schneidenden Quer- und Basisflächen, wozu noch verschiedene andere Flächen hinzutreten.

Es ist vollkommen spaltbar parallel den Querflächen, hat muschligen Bruch, ist farblos, weiß, graulich, gelblich, glasglänzend, durchsichtig bis durchscheinend, hat H. = 1,5 bis 2,0 und sp. G. = 1,4—1,5. Es ist im Wasser leicht löslich, schmeckt kühlend und salzigbitter. Es enthält auf 1 Na_2O und 1 SO_3 10 H_2O oder in Prozenten 19,2 Natron 24,8 Schwefelsäure und 56,0 Wasser. Durch Verwitterung an der Luft verliert es den größten Teil des Wassers und zerfällt. Vor dem Lötrohre ist es schmelzbar, gibt in der inneren Flamme auf Kohle Schwefelnatrium, welches alkalisch und hepatisch reagiert, befeuchtet blankes Silber schwärzt. Findet sich nicht häufig, meist aufgelöst in Mineralwassern und Salzseen, aus denen es sich absetzt und mit anderen Salzen gemengt vorkommt. Ein solches Gemenge, Reussin genannt, mit Magnesiasulfat, findet sich bei Sedlitz in Böhmen. Das meiste in der Arzneikunde und sonst noch verwendete Glaubersalz wird künstlich dargestellt.

An das Glaubersalz reiht sich der Blödit von Ischl, Hallstadt und Staßfurt, welcher auch monoklin krystallisiert, aber außer Natronsulfat noch Magnesiasulfat und Wasser enthält, auf 1 $Na_2O . SO_3$ und 1 $MgO . SO_3$ 4 H_2O. Dasselbe Salz wurde auch Symonyit und nach dem Vorkommen in den Salzseen an der Ostseite der Wolgamündungen Astrakanit genannt. Ferner der

Thenardit $Na_2O.SO_3$ ohne Wasser, welcher rhombisch krystallisiert, pyramidal und prismatisch und in dem Steinsalzgebirge von Espartinos bei Aranjuez in Spanien und bei Tarapaca in Peru vorkommt, an der Luft Wasser aufnimmt und zerfällt, auch noch der

Glauberit $Na_2O.SO_3 + CaO.SO_3$, welcher monokline dicke tafelförmige Krystalle bildet und im Steinsalzgebirge zu Villarubia in Spanien, bei Berchtesgaden in Bayern, Vic in Lothringen, Iquique in Peru u. a. a. O. vorkommt, nur teilweise in Wasser löslich ist, schwefelsaure Kalkerde als Rückstand hinterlassend.

Borax, Tinkal, borsaures Natron (Fig. 22).

Findet sich an den Ufern mehrerer Salzseen in Tibet, in Persien, Südamerika und Californien, krystallisiert und krystallinisch-körnig, als Krusten und Überzüge. Die Krystalle sind monoklin, ähnlich den Augitkrystallen (Fig. 22) die Kombination eines Prisma von 87° mit den Querflächen und der Basis bildend, deren Flächen gegen die Querflächen unter 106° 35′ und 73° 25′ geneigt sind, ist prismatisch spaltbar, farblos, weiß, grau, gelblich, wachsglänzend, durchscheinend, hat H. = 2,0—2,5 und sp. G. = 1,7—1,8. Ist in Wasser löslich und hat schwachen, süßlich alkalischen Geschmack. Er ist wasserhaltiges borsaures Natron mit 1 Na_2O, 2 B_2O_3 und 10 H_2O, schmilzt vor dem Lötrohre unter starkem Aufblähen zu farblosem Glase, worin sich Metalle und Silikate leicht beim Erhitzen vor dem Lötrohre auflösen, weshalb er als Reagens bei Lötrohrversuchen gebraucht wird. Auch dient er beim Löten der Metalle, insofern er die Lötstücke von dem oxydischen Überzuge befreit und dadurch die Vereinigung blanker Metallflächen begünstigt, außerdem aber auch als Zusatz bei der Verfertigung des Email und farbiger Gläser, deren Fluß er befördert. In der Regel wird hierzu gereinigter Borax verwendet, weil der rohe, natürlich vorkommende verschiedene Beimengungen enthält. In neuerer Zeit wird indes viel Borax aus der als Mineral vorkommenden Borsäure, Sassolin, nach dem Fundorte Sasso in Toskana benannt, dargestellt, welche aus den sie enthaltenden Quellen und Teichen gewonnen wird. Sie bildet eine Verbindung mit Wasser, 3 H_2O. B_2O_3, welche aus dem Wasser ausgeschieden weiße oder wenig gefärbte Haufwerke feiner Krystallblättchen darstellt, sich etwas seifenartig anfühlt und in Wasser löslich schwach säuerlich und bitterlich schmeckt. Der Sassolin ist auch in Alkohol löslich und wenn man denselben anzündet, so hat die Flamme eine gelblichgrüne Farbe, an welcher man die Borsäure beim Schmelzen vor dem Lötrohre und so auch in ihren Verbindungen erkennt.

Außer Borax giebt es noch andere Salze der Borsäure, von denen der Boronatrocalcit aus Peru und von einigen anderen Fundorten zu nennen ist, welcher außer Natron noch Kalkerde enthält und in weißen bis gelblichen zerreiblichen mikrokrystallischen Knollen gefunden wird.

XI. Magnesiasalze.

Magnesia oder Bittererde wurde früher schon in ihrer Verbindung mit Silicium- und Kohlenstoffdioxyd (Kieselsäure und Kohlensäure) angeführt, sie bildet auch Verbindungen mit Schwefelsäure, unter denen das

Bittersalz, Epsomit, Epsomer Salz, Seblitzer Salz, Haarsalz (Fig. 24)

die häufigste ist. Dasselbe im Wasser auflöslich hat einen bitterlich salzigen Geschmack und enthält 1 MgO, 1 SO_3, 7 H_2O, in Prozenten ausgedrückt 16,3 Magnesia, 32,5 Schwefelsäure und 51,2 Wasser. Es ist in den sogenannten Bitterwässern aufgelöst enthalten und bildet als Mineral gewöhnlich krystallinisch-körnige und fasrige Aggregate, stalaktitische Gestalten, Efflorescenzen, Überzüge und Beschläge. Die Krystalle desselben sind selten und zeigen durch Auflösen in Wasser und Krystallisieren prismatische Krystalle (Fig. 24), welche ein rhombisches Prisma von 90° 38′, zugespitzt durch eine stumpfe Pyramide zeigen, auch mit den Längsflächen und einem Längsdoma. Es ist farblos, weiß oder wenig durch Beimengungen gefärbt, glasglänzend, durchsichtig bis durchscheinend, hat H. = 2,0 bis 2,5 und das sp. G. = 1,7—1,8. Vor dem Lötrohre auf Kohle schmelzbar verliert es das Wasser und die Schwefelsäure, leuchtet und wirkt alkalisch; der Rest mit Kobaltsolution befeuchtet und stark geglüht wird blaß rosenrot, ein Kennzeichen der Magnesia.

Es zerfällt nicht an der Luft, gibt in Wasser gelöst mit Calciumcarbonat einen weißen Niederschlag von Magnesiumcarbonat, welcher in Salpetersäure mit Brausen löslich ist. Findet sich nur sparsam in Deutschland, bei Jena, Zellerfeld und Berchtesgaden, im Aargau in der Schweiz, häufig in Andalusien in Spanien, in Sibirien und in Nordamerika. Die Bitterwasser von Epsom in England, von Saidschitz, Sedlitz und Püllna in Böhmen. u. a. enthalten dasselbe in größerer Menge gelöst und erhalten davon ihren bitteren Geschmack und ihre abführende Wirkung, auch kann es aus denselben dargestellt werden. Das meiste im Handel vorkommende Bittersalz wird aus schwefelkieshaltigem Thonschiefer, aus Dolomit und Magnesit bereitet und dient andererseits wieder zur Darstellung von Magnesiumcarbonat.

Ein anderes Salz, welches anstatt 7 Molekule Wasser nur 1 H_2O auf 1 MgO und 1 SO_3 enthält, der Kieserit, hat sich reichlich bei Staßfurt in mit Steinsalz wechselnden Schichten, bei Kalucz in Galizien und bei Hallstadt in Oesterreich gefunden, gewöhnlich feinkörnig bis fast dicht. Er zieht Wasser begierig an und verwandelt sich in Bittersalz, unter Wasser ist er langsam löslich und mit wenig Wasser befeuchtet erhärtet er, fast wie gebrannter Gyps. In Wasser unlöslich ist der

Boracit (Fig. 18 und 19).,

welcher noch als Magnesiaverbindung hier angeführt werden kann. Derselbe bildet in Anhydrit und Gyps eingewachsen bei Segeberg in Holstein und am Kalkberg bei Lüneburg in Hannover reguläre Krystalle, wie Fig. 18 und 19 zeigen, auch Rhombendodekaeder vorherrschend. Er ist farblos, grau, weiß, grünlich bis rötlich und bräunlich, glas- bis diamantglänzend, durchsichtig bis undurchsichtig, hat die hohe H. = 7 und das sp. G. = 2,9—3,0. Er ist Magnesiumborat mit etwas Chlormagnesium, schmilzt vor dem Lötrohr unter Aufwallen schwierig zu einer gelblichen klaren Perle, welche zu einem aus feinen Nadeln bestehenden Aggregate erstarrt und färbt die Flamme grün. In Salzsäure ist er schwer aber vollkommen löslich.

XII. Ammoniaksalze.

Diese sind sparsam vertreten, das Ammonium, eine eigentümliche Verbindung NH_4 enthaltend, welche als solche in wenigen Mineralen vorkommend den Alkalimetallen entspricht. In dieser Weise findet sich dem Chlornatrium entsprechend der

Salmiak, das Chlorammonium (Fig. 25).

Am Cl, wenn das Ammonium abkürzend mit Am bezeichnet wird. Er krystallisiert regulär, das Oktaeder, Hexaeder, Rhombendodekaeder und Deltoidikositetraeder für sich oder kombiniert darstellend, auch Zwillinge, und die Krystalle sind häufig unregelmäßig und verzerrt ausgebildet; außerdem findet er sich fasrig, derb, als krustenförmige, flockige, mehlige Ueberzüge und Beschläge. Er ist unvollkommen oktaedrisch spaltbar und hat muschligen Bruch. Farblos bis weiß, zufällig gelb bis braun gefärbt, glasglänzend, durchsichtig bis durchscheinend, sehr milde bis zähe, hat H. = 1,5—2,0 und sp. G. = 1,5—1,6. Ist im Wasser löslich, zeigt stechend salzigen und urinösen Geschmack, verflüchtigt sich im Kolben und vor dem Lötrohre erhitzt und entwickelt mit Soda gemengt starken Geruch nach Ammoniak NH_3. Mit Aetzkalk zusammen gerieben

entwickelt er auch Ammoniak. — Er findet sich als vulkanisches Erzeugnis in Spalten und auf der Oberfläche von Laven, wie am Vesuv; auch entsteht er durch Brände von Kohlenflötzen, wie am brennenden Berge bei Duttweiler in der Grafschaft Saarbrück, bei Glan in der Pfalz, St. Etienne bei Lyon u. a. O. Das vielfach als Arzneimittel, beim Löten und Verzinnen, in der Färberei, zur Bereitung des Ammoniak u. s. w. gebrauchte Salz wird meist künstlich dargestellt, so als Nebenprodukt bei Bereitung des blausauren Kali aus tierischen Stoffen. In Aegypten wurde es früher hauptsächlich aus Kameelmist gewonnen.

Als vulkanisches Erzeugnis findet sich auch Ammoniumsulfat $Am_2O.SO_3$, Mascagnin genannt, isomorph mit Arcanit (S. 37), auch findet sich dem Kalialaun entsprechend ein Ammoniakalaun, der Tschermigit von Tschermig in Böhmen, Tokod bei Gran in Ungarn u. a. O., welcher anstatt K_2O bei sonst gleicher Zusammensetzung Ammonia Am_2O enthält, Ammoniaksalpeter und Magnesia haltiges Ammoniumphosphat, der Struvit von Hamburg, auch Guanit genannt wegen seines Vorkommens in Guano.

XIII. Brennbare Stoffe des Mineralreiches.

Als solche kommen verschiedene Minerale vor, welche sich mehr oder weniger leicht entzünden und ganz oder teilweise verbrennen, indem sie durch den Sauerstoff der Luft verbrennend flüchtige Verbindungen beim Verbrennen bilden. Sie zeigen dabei oft Flamme, Rauch und Geruch. Da sie nur auf Grund ihrer leichten oder schwierigen Entzündlichkeit und ihres Verbrennens zusammengestellt wurden, so zeigen sie ihrer Substanz nach keine allgemeine Uebereinstimmung und einige der mineralischen Brennstoffe, die mineralischen Kohlen, wie man sie benannt hat, sind sogar nicht als Mineralarten aufzufassen.

Schwefel. (Fig. **1—3** Taf. **XIV**.)

Derselbe ist ein in der Erde vielfach verbreiteter elementarer Stoff, welcher entweder für sich oder in Verbindung mit Metallen, zahlreiche Minerale bildend, vorkommt, auch in seiner Verbindung mit Sauerstoff als Schwefeltrioxyd SO_3 (Schwefelsäure) in vielen Mineralen eine wichtige Rolle spielt. Für sich als Mineral vorkommend, hauptsächlich in vulkanischen Gebieten findet sich der Schwefel oft sehr schön krystallisiert, rhombisch, (wie besonders reich und mannigfaltig gestaltet in Sicilien, bei Girgenti, Lercara, Cianciana, Cattolico, Roccalmuto u. a. O.) eine spitze Pyramide als Grundform bildend, deren Endkantenwinkel 85° 4′ und 106° 30′ und deren Seitenkanten 143° 19′ machen. Dieselbe findet sich bisweilen für sich allein, meist in Kombination mit anderen Gestalten, wie z. B. die 3 in Fig. **1—3** abgebildeten Krystalle von Girgenti zeigen. Fig. **1** zeigt die Grundgestalt mit einer stumpferen Pyramide und den Basisflächen, Fig. **2** diese noch mit einem Längsdoma, während Fig. **3** eine flächenreiche Kombination der Grundgestalt mit 4 anderen Pyramiden, 2 Längsdomen, den Längsflächen, Basisflächen, einen Querdoma und Prisma darstellt. Außer krystallisiert findet er sich krystallinisch-körnig, derb und eingesprengt, als Ueberzug und Anflug, auch bisweilen dicht oder erdig, zum Teil fasrig. Der dichte bildet oft knollige und kuglige Massen, der krystallinische auch stalaktitische Gestalten. Er ist bei vollkommener Reinheit eigentümlich gelb, schwefelgelb, doch auch zitronen-, orange- honiggelb bis braun, strohgelb bis gelblichgrau und gelblichweiß, glänzt wachs- bis diamantartig, stark bis wenig, der dichte gar nicht, ist durchsichtig bis undurchsichtig, wenig spröde, hat muschligen bis unebenen Bruch, ist unvollkommen spaltbar, basisch und prismatisch. H. = 1,5 bis 2,5, sp. G. = 1,9—2,1. Durch Erwärmen knistert er und wird elektrisch, auch durch Reiben. Bei 112° schmilzt er zu einer gelben beweglichen Flüssigkeit, welche bei stärkerem Erhitzen dunkler bis granatrot und dicker wird, über 300° erhitzt wird er wieder dünnflüssig, siedet bei 440° und verwandelt sich in orangegelben Dampf, der beim Erhitzen im Kolben an den kälteren Teilen desselben sich als gelbes Pulver absetzt. Der beim ersten Schmelzen nach dem Abkühlen krystallinisch erstarrende Schwefel ist monoklin, hat nur das sp. G. = 1,96 und schmilzt erst bei 120°. Wird der über 300° erhitzte geschmolzene Schwefel in einem dünnen Strahle in kaltes Wasser gegossen, so bildet der Schwefel eine gelblich-weiße, weiche, plastische Masse. Wird der Schwefel angezündet, so brennt er mit bläulicher Flamme und bildet gasige schweflige Säure, das Dioxyd SO_2, welches einen eigentümlichen erstickenden Geruch hat. Dasselbe entwickelt sich als Gas in vulkanischen Gegenden. In Wasser, Weingeist oder Säuren ist der Schwefel unlöslich, vollkommen löslich aber in Schwefelkohlenstoff, aus welcher Lösung er beim Verdunsten des Lösungsmittels ebenso krystallisiert, wie er als Mineral vorkommt.

Das Vorkommen des Schwefels ist stellenweise ein sehr reichliches, so in Sicilien, wo jährlich für 20 Millionen Lire Schwefel gewonnen wird, ferner findet er sich in Europa beispielsweise bei Conilla unweit Cadix in Spanien, bei Tolfa, Carrara und in den Solfataren des Vesuv in Italien, bei Bex im Canton Waadt in der Schweiz, bei Hering in Tyrol, Radoboi in Croatien, Czarkow und Swoszowice in Galizien, Canstadt und Els in Mähren u. s. w., bisweilen als Absatz aus Schwefelquellen, wie denen von Aachen in Rheinpreußen, Tivoli in Italien, Lubin in Galizien u. a. m. Der im Handel vorkommende Schwefel wird meist durch Schmelzen des mineralischen und Ausgießen in runde oder viereckige Formen dargestellt, zum Teil aus Eisen- und Kupferkiesen gewonnen. Er dient zur Bereitung des Schießpulvers, der Schwefelsäure, der Zündhölzer, zum Schwefeln von Seide, Wolle, Stroh, Fässern, zu Abgüssen, Modellen, als Arzneimittel und zu verschiedenen chemischen und technischen Zwecken.

Mellit, Honigstein (Fig. **4**.)

Ein seltenes und eigentümliches Mineral, welches sich besonders schön bei Artern in Thüringen in Braunkohle findet, krystallisiert, auf- und eingewachsen, stumpfe quadratische Pyramiden (Fig. **4**) mit den Endkanten = 118° 14′ und den Seitenkanten = 93° 6′ bildend, auch kombiniert mit den Basisflächen u. a.; außerdem körnig, stalaktitisch, erdig, als Ueberzüge und eingesprengt. Honiggelb bis wachs- und weingelb, oder bis hyazinthrot und rötlichbraun, durchsichtig bis kantendurchscheinend, hat glasartigen Wachsglanz, gelblichweißen Strich, H. = 2,0—2,5 und sp. G. = 1,57—1,64. Er enthält 14,4 Thonerde, 40,3 Honigstein- oder Mellitsäure (C_4O_3) und 45,3 Wasser. Vor dem Lötrohre wird er schwarz, verbrennt ohne merklichen Geruch und hinterläßt weiße Thonerde als Rückstand; im Kolben erhitzt gibt er Wasser; in Salpetersäure ist er auflöslich unter Entwickelung von Kohlensäure.

Bernstein, Succinit, gelbe Ambra, Electrum (Fig. **6** und **7**).

Derselbe ist ein fossiles Harz, welches in den oberen Tertiärschichten und im unteren Diluvium mancher Gegenden gefunden wird und von vorweltlichen Nadelbäumen stammt, von denen noch Holz- und Rindenstücke darin vorkommen. Er bildet unregelmäßige Stücke oder knollige geflossene Gestalten, von Erbsen- bis Faustgröße und selbst darüber, ist äußerlich oft rauh, hat muschligen wachsglänzenden Bruch, ist honig- bis weingelb, bis gelblichweiß oder hyazinthrot bis braun, einfarbig, auch gefleckt oder geflammt gezeichnet, durchsichtig bis an den Kanten durchscheinend, wenig spröde, hat H. = 2,0—2,5 und sp. G. = 1,0—1,1. Gerieben riecht er angenehm und wird negativ elektrisch (von dem lateinischen, aus dem Griechischen entlehnten Namen electrum wurde die Elektrizität als physikalische Eigenschaft benannt).

Er enthält als Elementarbestandteile 79 Kohlenstoff, 10,5 Wasser- und 10,5 Sauerstoff, welche verschiedene mit einander verbundene Stoffe, wie Bernsteinsäure, ein ätherisches

Oel, zweierlei Harze u. s. w. bilden, die nach der Art der chemischen Behandlung aus ihm dargestellt werden können. Der Lichtflamme genähert schmilzt er und entzündet sich unter Verbreitung eines eigentümlichen balsamischen Geruches und saurer Dämpfe von Bernsteinsäure, verbrennt mit Rauch und gelber Flamme, kohligerdigen Rückstand hinterlassend. Im Kolben erhitzt liefert er ebenfalls Bernsteinsäure, etwas Wasser und das stark riechende ätherische Bernsteinöl. Der Rückstand ist eine braune harzige Masse, der Bernsteincolophonium. Durch diese Produkte unterscheidet sich der Bernstein hinlänglich von ähnlichen Harzen des Pflanzenreiches, wie z. B. von Dammarharz, Kopal und Kolophonium. In Weingeist und Aether löst sich nur ein geringer Teil des Bernsteins auf.

Er wurde schon von den Alten zu medizinischen Räucherungen verwendet, auch kannten sie bereits seinen organischen Ursprung und sein elektrisches Verhalten. Häufig schließt er Insekten, wie Ameisen u. a. m. ein (Fig. 6) und solche Stücke werden, besonders wenn sie durchsichtig sind, besonders geschätzt. Man kennt mehrere Hundert solcher Einschlüsse; es sind größtenteils Waldinsekten der wärmeren und gemäßigten Zonen von europäischem und westindischem Typus. Die darin vorhandenen Holz- und Rindenstücke gehören verschiedenen Nadelhölzern an, von denen Göppert eine Art als Pinus succinifer bezeichnete, die besonders den Bernstein geliefert haben soll.

Der Bernstein wird hauptsächlich an der Ostseeküste zwischen Königsberg und der pommerschen Küste gefunden und teils ausgegraben, teils aus dem Meere gefischt. Schon in den ältesten Zeiten kam er von dort in den Handel und jetzt beträgt die jährliche Ausbeute etwa 2000 Zentner. Selbst die bis zum Jahre 1535 zurückreichenden Tabellen zeigen nahezu dieselbe Ausbeute. Seltener kommt er in den tertiären Thon- und Sandablagerungen der Binnenländer, z. B. in ganz Norddeutschland, in Sicilien, Frankreich und England vor und noch seltener in festem tertiärem Sandsteine, so z. B. bei Lemberg in Galizien (Fig. 7).

Am meisten geschätzt werden große, reine Stücke, die sich zum Drechseln, Schneiden und Schleifen eignen. Man hat deren schon von mehreren, ja von 5 Kilo und darüber gefunden. Die größeren reinen Stücke von 80 Gramm und darüber nennt man Sortiment, die mittleren von 15—30 Gramm heißen Tonnensteine, die kleineren Firnißsteine oder Knobel, wenn sie nicht die Größe einer Haselnuß erreichen, Sandsteine, und wenn sie unrein sind, Schluck. Letztere werden hauptsächlich zur Darstellung von Bernsteinfirniß und Bernsteinsäure benützt. Kleine durchsichtige Stücke dienen zur Verfertigung von Perlen für Halsschnüre, Armbänder u. dergl., die größeren zu Mundspitzen für Tabakspfeifen und es wird das halbe Kilo bis auf 130—170 ℳ bezahlt; besonders werden die blaßgelben durchscheinenden Stücke hochgeschätzt. Das Schleifen geschieht auf bleiernen Scheiben mit Hilfe von Tripel; zum Polieren dient Kreide.

Verwandte aus dem Pflanzenreiche stammende Harze sind: der Retinit, Scheererit, Fichtelit, Ozokerit, Elaterit, Asphalt und die Naphtha, welche zum Teil im Bereiche der Braunkohlen vorkommen oder Destillationsprodukte von Braun- und Schwarzkohlen sind.

Der Retinit ist ein gelblichbraunes Harz mit muschligem wachsglänzendem Bruche, das sich durch seine geringere Festigkeit und seinen Terpentingeruch beim Erhitzen vom Bernstein unterscheidet. Er kommt in Braunkohle bei Halle, bei Meiersdorf in Niederösterreich, in Böhmen und Mähren, bei Bovey in Devonshire in England, am Cap Sable in Maryland u. a. O. vor. — Der Scheererit, Fichtelit, Hartit und Hatchettin sind weiße krystallinische, dem Paraffin ähnliche Kohlenwasserstoffverbindungen, der Ozokerit (das Erdwachs) von Slanik und Zietrisika in der Moldau, Boroslaw in Galizien und einigen anderen Fundorten ist eine meist in derben Massen vorkommende braune Verbindung dieser Art nach der Formel CH_2, welcher zur Darstellung von Paraffin (Kerasin) und Kerzen verwendet wird, sich wie Wachs schneiden läßt und zwischen den Fingern knetbar ist. Ihm ähnlich ist der pechschwarze bis bräunlichrote Elaterit (das elastische Erdpech) von Castleton in Derbyshire in England in Bleierzgängen vorkommend, welcher eine gewisse Elastizität, wie erweichtes Kautschuk zeigt, daher auch mineralisches Kautschuk genannt wurde.

Der Asphalt (Erdpech, Bergpech), welcher aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht, ist ein häufig vorkommendes Harz, welches derb und eingesprengt, in Trümern und Nestern, zum Teil nierenförmig und stalaktitisch gestaltet oder lose (wie im toten Meere) sich findet, hat muschligen Bruch, ist pechschwarz, wachsglänzend, undurchsichtig, hat H. = 2 und darunter, sp. G. = 1,1—1,2, riecht an sich und gerieben etwas aromatisch, wird durch Reiben negativ elektrisch, schmilzt bei 100°, verbrennt angezündet mit heller Flamme und starkem Rauche, erdige Beimengungen als Rückstand hinterlassend, ist in Aether größtenteils löslich, einen harzigen Stoff hinterlassend, welcher von Terpentinöl aufgelöst wird. Er findet sich in Sand- und Kalksteinen jüngerer Formationen, oft die Gesteinsmassen innig durchdringend, zum Teil in selbständigen Lagern, oft gemengt mit lockeren Schutt- und Sandmassen, auf Gängen und Lagern, zuweilen in der Nähe von Vulkanen. Außer dem toten Meere, wo er sehr reichlich gefunden wird, sind noch Avlona in Albanien, Vergorez in Dalmatien, die Insel Trinidad, Pyrimont unweit Seyssel in Frankreich, das Val Travers in Neuenburg in der Schweiz zu nennen. Man benützt ihn zu Deckmaterial von Dächern, Plattformen und Altanen und zur Straßenpflasterung im Gemenge mit grobem Sande, zu wasserdichtem Kitt, zum Betheeren der Schiffe, zu Anstrichen auf Eisen, Holz, Leder u. a., zu schwarzem Siegellack u. s. w.

An ihn reiht sich durch zäheflüssige, klebrige, theerähnliche Massen (Bergtheer) den Uebergang nachweisend die Naphtha (Erdöl, Bergöl, Steinöl, Petroleum), welche tropfbar flüssig bis dickflüssig, farblos (wenn sie sehr rein ist), bis gelb und braun, wachsglänzend, durchsichtig bis durchscheinend ist und das sp. G. = 0,7—0,9 hat. Sie verflüchtigt sich an der Luft mit bituminösem Geruche, ist leicht entzündlich und verbrennt mit heller Flamme und starkem Rauche. Sie ist eine Verbindung des Kohlen- und Wasserstoffes, deren Mengen nicht bestimmte sind, zwischen den Formeln CH_2 und CH_4 liegen. Es sind in der Naphtha mehrere Kohlenwasserstoffverbindungen enthalten, welche sich durch Erhitzen trennen lassen. Zuerst geht ein flüchtiges, sehr entzündliches Oel über, später folgt das gewöhnlich in den Handel kommende, etwas schwerere farblose Destillat (das Petroleum), was zur Beleuchtung benützt wird. Dasselbe wird in unermeßlicher Menge aus der in den nördlichen vereinigten Staaten Nordamerikas und dem angrenzenden Canada durch Bohrlöcher gewonnenen Naphtha dargestellt. Sie findet sich auch in Persien, an den Ufern des kaspischen Meeres, bei Parma in Italien, Tegernsee in Baiern, in der Auvergne, im Elsaß u. a. a. O. und wird außer zur Beleuchtung, in Kochherden und zur Heizung, zum Auflösen von Harzen, zur Darstellung von Firnissen, zum Aufbewahren von Kalium, Natrium u. drgl., in der Arzneikunde und zu vielen anderen Zwecken verwendet. Sie absorbiert Sauerstoff und geht allmählich durch den klebrigen Bergtheer in Asphalt über und ist wahrscheinlich ein natürliches Destillationsprodukt der Schwarzkohlen, welches sich im Innern der Erde in Hohlräumen ansammelt, Gesteine innig durchdringt und oft mit dem Wasser von Quellen zu Tage kommt. Die heiligen Feuer der Perser und Feueranbeter sind nichts anders als Naphthadämpfe, welche angezündet und beständig brennend erhalten werden. An dergleichen Plätzen sind Tempel errichtet worden und zur Unterhaltung des Feuers sind eigene Priester bestellt.



1–3. Schwefelkrystalle von Girgenti in Sicilien.

4. Mellitkrystall von Artern, Thüringen.

5. Graphitkrystall.

6. Bernstein mit Insekten, von der Ostseeküste.

7. Bernstein in Karpathensandstein.

8. Anthracit von Portsmouth Rhode Island.

9. Englische Kerzenkohle.

10. Schieferkohle von Planitz in Sachsen.

11. Nadelkohle von Lobsann.

12. Erdige Braunkohle von Salzhausen.

13. Lignit von Skoplau in Sachsen.

Kohlen des Mineralreiches.

An die soeben beschriebenen, Kohlenstoff enthaltenden brennbaren Minerale reihen sich die mehr oder minder mächtigen Ablagerungen vegetabilischer Substanzen, welche im allgemeinen als mineralische Kohlen, wie die Glanzkohle oder der Anthracit, die Schwarz- oder Steinkohle, die Braunkohle und der Torf benannt werden, weil sie wesentlich als Brennmaterial dienen, doch eigentlich keine Minerale sind, sondern in die Reihe der Gesteinsarten gehören, in denen sie eingelagert vorkommen. Sie sind verschiedenartige Verbindungen des Kohlenstoffes mit Sauer- und Wasserstoff, welche keine bestimmte Zusammensetzung haben, während der Kohlenstoff für sich zwei Mineralspezies bildet, den Diamant, welcher früher als Edelstein (S. 19) beschrieben wurde und den Graphit, welcher sich hier am besten vor den sogenannten Kohlen anführen läßt.

Graphit, Reißblei, Wasserblei (Fig. 5)

Selten deutlich krystallisiert, hexagonale Tafeln durch die Basisflächen mit einem hexagonalen Prisma bildend (Fig. 5) oder blättrig bis schuppig, derb und eingesprengt, die feinschuppigen Aggregate bis scheinbar dicht, auch erdig. Vollkommen basisch spaltbar; eisenschwarz bis stahlgrau, metallisch glänzend, undurchsichtig, milde, in dünnen Blättchen biegsam und unter dem Hammer in geringem Grade dehnbar; seifenartig anzufühlen, abfärbend und zum Schreiben verwendbar; H. = 0,5—1,0; sp. G. = 1,9—2,2. Vollkommener Leiter der Elektrizität. Kohlenstoff wie der Diamant, doch oft durch Beimengungen verunreinigt. In Säuren unlöslich; vor dem Lötrohre unschmelzbar, sehr schwierig, leichter in Sauerstoffgas verbrennbar, die Beimengungen als Rückstand hinterlassend. Findet sich in Gesteinsarten, wie Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Marmor, Sandstein und anderen eingewachsen, in Nestern, auch lagerartig und in Gängen. Bedeutende Graphitlager sind in Sibirien, im Distrikte von Semipalatinsk, an der unteren Tunguska und im Tunkinsker Gebirge; bei Ticonderoga in New-York finden sich die schönsten Krystalle. Außerdem sind noch als Fundorte Borrowdale in England, Ersby und Storgard bei Pargas in Finnland, Passau in Bayern, Marbella in Spanien, St. John in Neu-Braunschweig und Ceylon zu nennen. Er dient hauptsächlich zur Verfertigung von Bleistiften, zu Schmelztiegeln, zum Schwärzen der Gußeisenwaren, zum Überzug galvanoplastischer Modelle aus Stearin, Guttapercha u. dergl., zu Streichriemen, zum Schmieren von Maschienenteilen u. s. w.

Anthracit, Glanzkohle, Kohlenblende (Fig. 8).

Bildet dichte, unkrystallinische Massen, zum Teil geschichtete, ist bisweilen parallelepipedisch und unkrystallinisch stenglig abgesondert, fasrig und erdig; der dichte hat muschligen bis unebenen Bruch. Er ist sammt- bis graulichschwarz, (Fig. 8) zuweilen ins Blauliche spielend, auch bunt angelaufen, glas- bis halbmetallisch glänzend, undurchsichtig, hat schwarzen Strich, ist spröde, hat H. = 2,0—2,5 und sp. G. = 1,4—1,7. Er ist schwierig entzündlich und mit schwacher Flamme brennbar, bei starkem Luftzuge besser und eine bedeutende Hitze entwickelnd; in verschlossenen Gefäßen, wie im Glaskolben erhitzt liefert er weder Leuchtgas noch ölige Destillate. Vor dem Lötrohre verbrennt er ohne zu schmelzen oder zu sintern und hinterläßt geringen erdigen Rückstand. Er findet sich als von Vegetabilien abstammende Ablagerungen lagerartig und zum Teil sehr mächtig in der Grauwacke und in der Steinkohlen-Formation wie in Pennsylvanien, wo jetzt jährlich über 15 Millionen Tonnen verbraucht werden, auf Rhode Island, bei Ebersdorf im sächsischen Voigtlande, Lischwitz in Böhmen, in den französischen und piemontesischen Alpen u. a. a. O. Da er fast reiner Kohlenstoff ist, nur sehr wenig Sauer- und Wasserstoff enthält, ist er ein vortreffliches Brennmaterial, wie die besten Cokes, mit denen er, abgesehen von der Ausbildungsweise, manche Aehnlichkeit hat. Obgleich er keine Pflanzenstruktur erkennen läßt, stammt er unzweifelhaft von vegetabilischen Ablagerungen her. Man unterscheidet als Varietäten den muschligen, welcher derbe dichte Massen mit muschligem Bruche bildet, den schiefrigen, Anthracitschiefer genannt, den stengligen, die Stangenkohle, welcher stenglig abgesondert vorkommt und wie der vom Meißner und vom Hirschberg bei Kassel in Hessen durch Einwirkung von vulkanischen Gesteinen auf Schwarz- und Braunkohle entstanden ist, den fasrigen, die Faserkohle, welcher auf Klüften in Schwarzkohlen vorkommt, parallelfasrig und seidenglänzend ist, den schlackigen und graphitähnlichen, welcher letztere feinerdig und graulichschwarz ist.

Schwarzkohle, Steinkohle (Fig. 9 und 10).

Unkrystallinisch, derbe, zwischen gewissen sedimentären älteren Gesteinsarten eingelagerte Massen von verschiedener Mächtigkeit bildend, mit muschligem, unebenem oder ebenem Bruche, sammt-, graulich- oder bräunlichschwarz, oft bunt angelaufen, glas- bis wachsartig glänzend, schimmernd bis matt, undurchsichtig, wenig spröde bis milde; Strichpulver schwarz; H. = 2,0—2,5; sp. G. = 1,2—1,5. Brennt angezündet leicht mit Flamme, Rauch und bituminösem Geruche erdigen oder schlackigen Rückstand hinterlassend. In verschlossenen Gefäßen erhitzt liefert sie Leuchtgas (Kohlenwasserstoffgas), brenzliches Öl und teerartige Substanzen, auch Ammoniak und Wasserdämpfe, hinterläßt eine schwarze, poröse, halbmetallischglänzende Schlacke, die man als gebrannte Steinkohle, wie in England Koke nennt. Vor dem Lötrohre verbrennt sie mit Flamme, Rauch und bituminösem Geruche und hinterläßt einen verhältnismäßig geringen erdigen Rückstand (Asche), welcher meist von mineralischen Beimengungen herrührt. Beim Erhitzen schwillt sie oft an und schmilzt ein wenig in Folge gewisser bituminöser Bestandteile, welche in wechselnden Mengen vorhanden sind. In Säuren und Ölen ist sie unlöslich, weshalb durch die Behandlung mit Salpetersäure oder Kalilauge die Schwarzkohlen sich von den Braunkohlen unterscheiden lassen, indem die Flüssigkeit nicht wie bei diesen braun gefärbt wird. Durch Schwefelkohlenstoff wird aus den meisten etwas braunes Harz aufgelöst.

In der Zusammensetzung sind die Schwarzkohlen nicht übereinstimmend, ihre Elementarbestandteile sind Kohlenstoff (bis 96 Procent hinauf), Sauerstoff, Wasserstoff und etwas Stickstoff, deren relative Mengen wechseln. Im Mittel vieler Analysen ergeben sie nach Abzug der Aschenrückstände 84 Kohlenstoff, 11 Sauerstoff und 5 Wasserstoff mit wenig Stickstoff, während nach den einzelnen Analysen diese Bestandteile prozentisch bedeutend differieren. Es ist dies dadurch erklärlich, daß die Schwarzkohlen vegetabilische Ablagerungen sind, welche im Laufe unendlich langer Zeiträume im Innern der Erde mannigfache, durch verschiedene Umstände bedingte Veränderungen erfahren haben, weshalb es auch unstatthaft ist, dieselben eine Mineralspecies zu nennen. Von einer übereinstimmenden Zusammensetzung kann in keinem Falle die Rede sein, wenn auch infolge des allgemeinen Aussehens und der Übereinstimmung in gewissen Eigenschaften der Name Schwarzkohle oder Steinkohle gegeben wurde und man durch ihn nur eine gewisse Reihe ähnlicher Vorkommnisse zusammenfaßt. Fast an jedem Fundorte wird die prozentische Zusammensetzung eine andere sein und selbst Vorkommnisse desselben Lagers werden erhebliche Differenzen zeigen. Selbst wenn sie nur auf einen Stoff hin, welcher aus ihnen dargestellt werden kann, wie das Leuchtgas untersucht würden, muß eine erhebliche Verschiedenheit resultieren. Wenn daher innerhalb des Rahmens Schwarz- oder Steinkohle noch Varietäten, wie bei einer Mineralspezies unterschieden wurden, so sollen diese nur gewisse Verschiedenheiten im Aussehen, in der Zusammensetzung, in der Verwendung u. s. w. hervorheben. Als solche Varietäten sind unterschieden worden:

1) Schiefer- und Blätterkohle. Diese ist die häufigste, die sich überall, wo größere Schwarzkohlenlager vorkommen, findet, so an der Ruhr, Saar, in Schlesien,

Belgien, Frankreich, England, Nordamerika, Australien. (Fig. 10 stellt ein Stück Schieferkohle von Planitz in Sachsen vor.) Dieselbe, mehr oder minder mächtige Ablagerungen bildend, zeigt eine dick- oder dünnschiefrige Absonderung durch aufeinander folgende Lagen, welche in der Zusammensetzung, namentlich bezüglich des Bitumengehaltes wechseln und sie läßt sich leicht nach diesen Lagen zerteilen, die, wenn sie dünne sind, ihr den Namen Blätterkohle verschafft haben. Sie hat wachsartigen, zum Teil in Glasglanz geneigten Glanz und ist sammt-, graulich- bis bräunlichschwarz, zeigt auch oft bunte Anlauffarben. Sp. G. = 1,27—1,34 H. = 2,0—2,5.

2) Grobkohle, schließt sich an die vorige an und findet sich oft auch mit dieser, z. B in Sachsen, Mähren und Schlesien. Sie ist meist dickschiefrig abgesondert, ist sammt-, pech- bis eisenschwarz, ist auf den muschligen bis unebenen Bruchflächen wachsglänzend bis schimmernd und wird von den Bergleuten oft Pechkohle genannt. Sp. G. = 1,45—1,60, H. = 2,0—2,5.

3) Kerzenkohle, candle-coal der Engländer, woher der Ausdruck Kännelkohle (Fig. 9 Taf. XIV.). Zeigt gewöhnlich eine mehr massige Ausbildung, untergeordnet parallelepipedische oder dickschiefrige Absonderung, flachmuschligen bis ebenen Bruch, ist wenig wachsartig glänzend bis schimmernd, sammt-, pech- bis graulichschwarz, ist wenig spröde bis etwas milde und weniger leicht zersprengbar als andere Varietäten, hat H. = 2,5 und sp. G. = 1,21 bis 1,27. Verbrennt leicht entzündlich mit heller Flamme und gibt einen lockeren Koke, was davon herrührt, daß sie sehr bitumenreich ist. Die Hauptfundorte sind England und Schottland, hauptsächlich Newcastle in Durham und Kilmaston bei Edinburgh. Dieselbe läßt sich namentlich wegen ihres reichen Bitumengehalts zur Gasbeleuchtung mit großem Vorteile verwenden, liefert daher nur geringen sehr porösen Koke, gegen 44 Prozent dabei an Gewicht verlierend. Da sie dicht und wenig zersprengbar, zum Teil etwas zähe ist, so läßt sie sich wie Pechkohle (s. S. 45) zu Dosen, Knöpfen, Messerheften u. s. w. verwenden und gut polieren. Beim Verbrennen hinterläßt sie unter allen am wenigsten Asche, doch wechselt sie in den Elementarbestandteilen erheblich, wie z. B. zwei Analysen englischer Kerzenkohlen nach Karsten zeigen, die 74,47 (84,26) Kohlenstoff, 5,42 (3,21) Wasserstoff, 19,61 (11,67) Sauerstoff, 0,60 (0,86) erdige Teile als Asche ergaben, woraus man ersieht, wie verschieden die Prozentzahlen selbst bei derseben Varietät sind.

4) Rußkohle, Staubkohle, Löschkohle. Graulichschwarz, matt oder schimmernd, abfärbend, weil sie viel Faserkohle (fasrigen Anthracit) beigemengt enthält, dadurch locker, erdig bis zerreiblich ist. Sie bildet meist schwache Schichten zwischen der Schiefer- und Blätterkohle, so z. B. in Belgien und im Saarbrückener Gebiet, und ausnahmsweise besondere Flötze, so z. B. bei Planitz in Sachsen. Der feine Staub zeigt unter dem Mikroskope deutliche Zellen und Gefäße, wie sie in den Stämmen und Blättern der niederen Gefäßpflanzen vorkommen; diese Struktur geht sogar nicht durch das Verkoken verloren.

In technischer Beziehung unterscheidet man Backkohlen, Sinterkohlen und Sandkohlen. Zu ersteren rechnet man diejenigen, welche in Folge von Bitumengehalt in gewissem Grade schmelzbar sind und lockeren Koke liefern, zu letzteren solche, welche vollkommen unschmelzbar sind und bröcklichen Koke liefern, während die Sinterkohlen in der Mitte stehend, etwas zusammensinternd, kompakter, den besten Koke liefern. So liefert die Blätterkohle aus Belgien 81, die von Essen an der Ruhr 79,5, die von Saarbrücken 66, die englische Kerzenkohle nur 51 Prozent Koke.

Die Schwarzkohlen werden vielfach zur Gasbeleuchtung, hauptsächlich aber als Brennmaterial benützt und sind in dieser Beziehung ein ausgezeichnetes Produkt der vegetabilischen Ablagerungen in unserer Erde, indem 50 Kilo derselben durchschnittlich so viel Hitze erzeugen, wie 115 Kilo lufttrockenen Holzes; ja man kann sagen, daß der größte Teil der neueren Industrie und die Anwendung der Dampfkraft auf Maschinen, der Eisenbahn- und Dampfschifffahrtsbetrieb nur durch sie ermöglicht ist, daher sie jetzt auch überall aufgesucht und zum Teil in großartigem Maßstabe abgebaut werden. Glücklicherweise sind die Kohlenlager mancher Länder so beträchtlich, daß manche noch auf Jahrtausende einen nachhaltigen Betrieb gestatten.

Da die vegetablischen Ablagerungen innerhalb der Erdrinde zu allen Zeiten stattgefunden haben, jedoch durch Veränderungen im Laufe der Zeiten erst diejenigen Produkte entstanden, welche nach ihrer allgemeinen Beschaffenheit eine gewisse Übereinstimmung der Eigenschaften zeigen, so sind in diesem Sinne die Schwarz- oder Steinkohlen nur in gewissen älteren Formationen anzutreffen, welche als karbonische oder als Steinkohlenformation zusammengefaßt werden, älter als die permische oder Kupferschieferformation und jünger als die devonischen Formationen sind. Da jedoch die Art der Umwandlung der vegetabilischen Ablagerungen eine allmähliche ist, die Kohlenablagerungen als mineralische Kohlen in wenige sogenannte Arten zusammengefaßt wurden, so finden sich auch, nur minder mächtig, in jüngeren sedimentären Formationen, wie in der permischen bis zur jurasischen, Kohlen, welche noch als Schwarzkohlen bezeichnet werden, insofern sie ihren Eigenschaften nach den Kohlen der ausschließlich Steinkohlenformation genannten nahe stehen.

Die Schwarzkohle kommt in der Regel abwechselnd mit Pflanzenüberreste führendem Schieferthon, sogenanntem Kräuterschiefer in Schichten von einigen cm. bis zu 9 und 17 cm., ausnahmsweise sogar bis zu 9 m. Mächtigkeit, dem Kohlensandstein eingelagert vor. In Schlesien und Sachsen finden sich in der Regel nur wenige, 4—12 Flötze, in England 12—40 Flötze, im Saarbrückenschen 60—170 Flötze, in Belgien sogar 200—300 Flötze oder Lagen mit einer Gesamt-Mächtigkeit von 15 bis 120 m. — In Nordamerika ist das größte Kohlenfeld über Pennsylvanien, Ohio und Virginien auf eine Fläche von 2500 deutschen Quadratmeilen ausgedehnt, es sind 10—15 Flötze von 2 bis 16 m. Mächtigkeit der trefflichsten Steinkohlen. Auch in Illinois und Michigan sind bedeutende Kohlenfelder und man hat berechnet, daß die Gesamtoberfläche der Kohlenformation in den vereinigten Staaten Nordamerikas allein 133000 engl. Quadratmeilen beträgt. Auch in Ostindien und Australien, auf Borneo, Sumatra und Celebes sind in neuerer Zeit bedeutende Steinkohlenflötze entdeckt worden.

Braunkohle (Fig. 11—13).

So nennt man im allgemeinen die als mineralische Kohlen vorkommenden vegetabilischen Ablagerungen in den jüngeren sedimentären Formationen, welche die tertiären genannt werden; sie haben vorherrschend braune Farben, sind bisweilen pechschwarz und lassen in der Regel ihre pflanzliche Struktur erkennen. Einige nähern sich gewissen Varietäten des Torfes, so z. B. die sog. Moorkohle, andere stellen halbverkohlte Holzstämme (Fig. 13), Baumblätter oder gar Früchte dar, wie (Fig. 12), wieder andere, wie die Nadelkohle von Lobsann in Elsaß (Fig. 11) sind offenbar verkohlte Holz- und Gefäßbündel von Palmenstämmen. In manchen Gegenden, wie z. B. Salzhausen in der Wetterau, (Fig. 12) liefern sie ganze Reihen fossiler Blätter und Früchte und schließen sogar Süßwasserfische ein, andere zeigen Moose, Insekten u. s. w.*) Baumstämme, Nadeln und Zapfen von Tannen und Fichten finden sich in großer Menge bei

*) Anmerkung: In dem Bilde der erdigen Braunkohle von Salzhausen in der Wetterau (Fig 12) sind fossile verkohlte Früchte als Einschluß zu sehen. Die kleineren länglichen Körner sind Carpolithus minutulus Bronn, die größeren Körper sind halbverkohlte, zum Teil durch das Zerschlagen geöffnete Nüsse von Juglans rostrata.

Uznach am Zürcher-See, in der jüngeren Molasse, und bei Käpfnach am Zürcher-See hat man Knochen und Zähne des Nashorn, Rhinoceros incisivus, darin gefunden. Holzförmige Braunkohle, sog. **Lignit** (Fig. 13 solcher von Skoplau bei Kolditz in Sachsen) gehört zu den häufigsten Vorkommnissen. Es sind teils Laub-, teils Nadelhölzer, welche sie gebildet haben.

Die Braunkohlen sind außer deutlich pflanzlich gestaltet auch dicht oder erdig, zuweilen blättrig bis schiefrig abgesondert. Sie haben muschligen, unebenen, splittrigen bis erdigen Bruch, sind wachsartig glänzend bis schimmernd oder matt, undurchsichtig bis in feinen Splittern durchscheinend, haben H. = 2,5 oder darunter und das sp. G. = 1,0—1,5. Der Strich oder das Pulver ist braun, selten bis bräunlichschwarz oder selbst schwarz. Da sie dadurch und bei bräunlichschwarzer Farbe bisweilen den Schwarzkohlen gleichen, so kann man sie von diesen dadurch unterscheiden, daß sie mit Kalilauge gekocht die Flüssigkeit gelb bis braun färben, desgleichen mit Salpetersäure, indem in ihnen noch Humussäuren enthalten sind, welche den Schwarzkohlen fehlen. Vor dem Lötrohre erhitzt verbrennen sie mehr oder weniger leicht mit starker bis schwacher Flamme, Rauch und unangenehmem Geruche und hinterlassen meist reichlich Asche als Rückstand; sie schmelzen nicht, entzünden sich aber meist schon in der Kerzenflamme. Im Kolben erhitzt geben sie reichlich Wasser und graue Dämpfe, die am Glase gelbe bis braune Flüssigkeit absetzen. In ihren Elementarbestandteilen Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und wenig Stickstoff wechseln sie untereinander verglichen eben so sehr wie die Schwarzkohlen, im Mittel aber vieler Analysen ergeben sie nach Abzug der Aschenrückstände und des hygroskopischen Wassers 67 Prozent Kohlenstoff, 27 Sauerstoff mit wenig Stickstoff und 6 Wasserstoff.

Als Varietäten werden unterschieden die schon oben erwähnte **holzartige Braunkohle** (Lignit oder bituminöses Holz) mit deutlicher Holzstruktur und mehr oder minder muschligem Querbruche, welche nur wenig schimmernd bis matt, holzbraun bis pechschwarz, oder graulichbraun und milde ist; die **Bast-** und **Nadelkohle**, die **gemeine Braunkohle** mit Spuren von Holzstruktur, zum Teil etwas schiefrig abgesondert, wenig spröde, wachsartig glänzend bis schimmernd, holzbraun bis pechschwarz, zuweilen Samenkapseln und andere Ueberreste von Früchten, Blätterabdrücke u. s. w. zeigend; die **Pechkohle** oder **Gagat**, welche gewöhnlich derbe dichte Massen bildet, zähe und schwer zersprengbar ist, sich ähnlich wie die Kerzenkohle unter den Schwarzkohlen drechseln und verarbeiten läßt, politurfähig ist und daher zur Verfertigung von kleinen Kunstgegenständen wie jene dient, sammt- bis pechschwarz, wachsglänzend ist und muschligen Bruch hat. H. = 2,0—2,5, sp. G. = 1,28—1,35. Sie verbrennt langsam ohne zu schmelzen und gibt nur wenig Asche; die **schiefrige Braunkohle** (auch Schieferkohle genannt), dünnschiefrig abgesondert und erdig im Bruche, wachsartig schimmernd bis matt, milde und weich; die **erdige Braunkohle** oder **Erdkohle**, derb, mit erdigem Bruche, matt, braun bis bräunlichgrau und zum Teil zerreiblich, welche bisweilen als sogen. **kölnische Umbra** (aus der Gegend von Köln) gepulvert, geschlemmt und in konische Formen gebracht als Farbenmaterial in den Handel kommt; die **Moorkohle**, erdig, matt bis schimmernd, braun, die **Papierkohle**, eine feinblättrige, manchmal von feinen Thon- und Kalklagen durchzogene Braunkohle, welche leicht entzündlich und verbrennbar ist; die **Lettenkohle**, eine mit bituminösem Thon untermengte schiefrige, wenig glänzende Kohle, welche viel Asche hinterläßt und hauptsächlich im unteren Keuper vorkommt, so z. B. in Schwaben bei Gaildorf, Westernach u. a. O. Sie ist nicht selten mit Farrenkraut- und Calamitenüberresten untermengt, führt auch einige Süßwassermuscheln (Anodonta) und Saurierüberreste und ist häufig von Eisenkies so durchdrungen, daß sie durch Verwitterung desselben mit Eisenvitriol und Alaun durchzogen ist, in welchem Falle sie zuweilen unter dem Namen **Vitriolkohle** ausgebeutet wird; auch geht sie nicht selten in **Alaun-** oder **Vitriolschiefer** über. Diese sind nichts anders als von Kohle und Bitumen durchzogene, Eisenkies führende Schieferthone, welche häufig in Begleitung von Schwarz- und Braunkohlen, zuweilen selbst von Anthracit, manchmal auch ohne dieselben in Schichten verschiedener Formationen, namentlich in Sandstein eingelagert vorkommen.

Der **Torf**

ist eine der Braunkohle ähnliche brennbare Substanz jüngerer oder noch gegenwärtiger Bildung, ein Gemenge von einer der Braunkohle verwandten, aus der Zersetzung von Vegetabilien hervorgegangenen Substanz mit unvollkommen zersetzten Pflanzenteilen und mit erdigen Teilen, welche sich in dem aufgeschwemmten Lande verschiedener Gegenden oft in bedeutender Mächtigkeit findet und sich häufig noch unter unseren Augen erzeugt. Dies geschieht namentlich an solchen Stellen, wo der Boden sumpfig ist oder beständig feucht erhalten wird und eine entsprechende Vegetation denselben bedeckt, auf Torf- oder Moorgrund. Dazu gehört eine wasserdichte Unterlage von Thon oder festem Fels und eine so geringe Neigung des Bodens, daß die Gewässer keinen Abfluß finden. Diese Bedingungen finden sich sowohl in Thalgründen als auch auf dem Rücken mancher Gebirge, daher man **Thal-** und **Bergtorf** unterscheidet. Die Pflanzen, welche der Torfbildung günstig sind, müssen die Eigenschaft haben, von unten herauf abzusterben und nach oben fortzugrünen; dahin gehören z. B. viele Riedgräser (Carex caespitosa, filiformis, chordorrhiza), die Wollgräser (Eriophorum vaginatum, capitatum, latifolium), einige Weiden (Salix repens, rosmarinifolia), die Torfmoose (Sphagnum, Polytrichum) u. dergl. Die abgestorbenen Stämme, Wurzeln und Blätter verwandeln sich unter Einfluß des Wassers (zum Teil eisenhaltigen) allmählich in eine der Braunkohle ähnliche moderartige Substanz, worin sich die Zellen und Gefäßbündel der betreffenden Pflanzen noch erkennen lassen und es bilden sich auf diese Weise allmählich verschiedene Torfarten, die man mit den Namen **Fasertorf**, **Pechtorf**, **Papiertorf** u. s. w. unterschieden hat. Die betreffenden Stellen, an denen sich Torf bildet, nennt man **Torfmoore** und nach der Verschiedenheit der Lokalitäten unterscheidet man **Wälder-**, **Wiesen-**, **Sumpf-** und **Seetorf**. Der Torf bildet meist regelmäßige Schichten, welche zuweilen durch Thon- und Sandlager getrennt werden und je nach der Fortdauer der Bildung eine Mächtigkeit bis 15 Meter und darüber erreichen können. Solche mächtige, bisweilen sehr ausgedehnte Torfmoore finden sich beispielsweise in der norddeutschen Ebene und in dem Flachland von Oberschwaben und Bayern, in der Schweiz u. a. O. Manche derselben beweisen durch die Einschlüsse von Tierüberresten aus der Diluvialperiode, wie z. B. des Riesenhirsches, Auerochsen, verschiedener Schildkröten u. s. w. ihre alte Abstammung und heißen Diluvialtorfe, während dagegen die neu entstandenen nur Tierreste der jetzigen Periode und häufig auch Spuren des menschlichen Kunstfleißes einschließen. Für den Geologen bietet der Torf schon deshalb mancherlei Interesse dar, weil er am besten die Entstehung der Braun- und Schwarzkohlenlager erklärt.

Der Torf bildet derbe, hell- oder dunkelbraune bis pechschwarze, mehr oder minder feste bis erdige Massen mit durcheinander gewobenen und zusammengepreßten Pflanzenteilen, hat im getrockneten Zustande ein etwas geringeres, bisweilen etwas höheres sp. G. als das des Wassers. Verbrennt angezündet mit mehr oder weniger lebhafter Flamme und Rauch und unter Entwicklung eines unangenehmen Geruches, bald geringere, bald größere Mengen Asche hinterlassend, mineralische Substanzen mit geringem

Alkaligehalt. Er hat keine bestimmte chemische Zusammensetzung, nur kann man nach dem Mittel vieler Analysen nach Abzug des hygroskopischen Wassers und der Asche ungefähr 60 Proz. Kohlenstoff, 6 Wasserstoff und 34 Sauerstoff mit wenig Stickstoff (1—6 Proz.) angeben. Er ist als Heizmittel sehr geschätzt, wozu er vorher getrocknet wird. In neuerer Zeit wird er auch durch Maschinen fest gepreßt, der sog. Preßtorf, wodurch er weniger voluminös ist.

XIV. Schwere Metalle. Metallische Minerale Erze.

Die schweren Metalle als elementare Stoffe unterscheiden sich von den leichten Metallen der Alkalien und Erden und den Metalloiden durch größere Eigenschwere (5—24), durch die leichtere Darstellbarkeit im metallischen Zustande, sowie durch ihre geringere Verwandtschaft zum Sauerstoff, weshalb auch eine gewisse Anzahl derselben sich als Metalle für sich finden oder als Legierungen, d. h. mit anderen Metallen verbunden, oder in Verbindungen mit Schwefel, Selen, Brom, Chlor, Sauerstoff u. s. w. Die Sauerstoffverbindungen nennt man im allgemeinen Metalloxyde und diese haben nach der älteren Auffassungsweise der Verbindungen entweder die Eigenschaften einer Basis oder einer Säure, oder bald die eine, bald die andere, je nach der Art der Verbindung. Auch bilden sie untereinander Verbindungen. Man teilt im allgemeinen die Metalle in edle und unedle und versteht unter edlen solche, welche wenig Neigung haben, sich mit Sauerstoff zu verbinden und denselben durch einfaches Erhitzen abgeben, daher sie auch aus ihren Verbindungen leichter darzustellen sind und an der Luft meist ihren Glanz behalten; dahin gehören Gold, Platin, Silber, Palladium, Rhodium, Iridium, Ruthenium, Osmium; andere, welche einige dieser Eigenschaften besitzen, wie Merkur, Kupfer und Nickel hat man halbedle genannt. Unedle heißen die übrigen schweren Metalle. Nach gewissen physikalisch-chemischen Eigenschaften hat man auch elektropositive und elektronegative unterschieden. Unter den elektronegativen stehen Tellur, Arsen und Antimon am nächsten den Metalloiden, insofern sie ähnlich wie Schwefel, Selen u. s. w. Verbindungen mit anderen bilden; zu den hauptsächlich Säuren bildenden gehören Chrom, Molybdän, Vanadium, Wolfram, Tantal, Niobium, Titan und Osmium; zu den positiven gehören außer den edlen Metallen noch das Merkur, Kupfer, Uran, Wismut, Blei, Cerium, Lanthan, Kobalt, Nickel Eisen, Kadmium und Zink; letzteres ist unter diesen das positivste und schließt sich dadurch an die leichteren Metalle der Erden und Alkalien an, von denen das Kalium das positivste unter allen ist. Da die zahlreichen Metalle technisch genommen nicht alle von gleicher Wichtigkeit sind, so beschränken wir uns im Folgenden auf die wichtigsten derselben und verweisen auf die größeren Hand- und Lehrbücher der Mineralogie und Chemie.

Die Metalle haben von alters her durch ihren Glanz, ihre Härte, Zähigkeit, Geschmeidigkeit, Schmelzbarkeit und Dauer die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich gezogen und zwar gilt dies in erster Linie von den als solche vorkommenden, den sogenannten gediegenen Metallen, namentlich von Gold, Silber und Kupfer, während das Platin (und die übrigen Platinmetalle, wie Palladium, Iridium, Osmium u. a.) erst seit der Entdeckung desselben in Südamerika im J. 1735 durch Ulloa bekannt und 1752 von Scheffer als ein eigenes edles Metall erkannt wurde. Auch das Eisen war schon lange nicht allein den Israeliten und anderen Völkern Asiens bekannt, wie dies aus einer Stelle im Alten Testamente erhellt, sondern es scheint, daß der metallische Glanz des im Orient und im Inneren von Afrika so häufig vorkommenden Magneteisenerzes und vielleicht auch des Eisenglanzes schon frühe die Bewohner zu Versuchen, dasselbe zwischen Holz und Kohle auszuschmelzen und so ein mehr oder weniger geschmeidiges Stabeisen (nach der sogenannten Rennmethode) darzustellen veranlaßt habe. Auch Merkur und Zinn, sowie bronzeartige Kupferlegierungen (Erz) kennt man schon lange, wie dies die Schriften der Alten beweisen. Welche Rolle gegenwärtig die Metalle in Künsten, Gewerben und Wissenschaften, sowie im Handel spielen, ist allgemein bekannt und wir wollen nur an die verschiedenartige Verwendung des Eisens zu Instrumenten und Maschinen aller Art erinnern, an den Gebrauch des Silbers und Goldes zu Münzen und im Tauschverkehr, sowie zu Schmuck aller Art, ferner an die Verwendung des Platin zu chemischen und physikalischen Gerätschaften, des Merkur und Antimon in der Arzneikunde, des Kobalt, Chrom, Uran und des Bleies zur Darstellung von Schmelz- und anderen Farben, des Antimon, Bleies und Zinns zur Verfertigung von Drucklettern, des Kupfers zu Münzen, zu Legierungen mit Gold und Silber, zur Galvanoplastik, des Stahles und Kupfers, zur Verfertigung von Stahl- und Kupferstichen u. s. w., um einen kleinen Begriff von der hohen Wichtigkeit der Metalle und der sie enthaltenden Minerale zu geben.

In der Erdkruste sind die schweren Metalle gegenüber den leichten Metallen der Erden und Alkalien, namentlich dem Aluminium, Calcium, Natrium und Kalium quantitativ untergeordnet und nur das Eisen, das nützlichste und zugleich unschädlichste unter allen, ist meist in Begleitung von etwas Mangan allgemein verbreitet, während die übrigen hauptsächlich nur in Gängen oder Lagern, zuweilen eingesprengt untergeordnet und gleichsam vereinzelt erscheinen, ja mit Mühe oft aus beträchtlichen Tiefen erbeutet werden müssen. Nur Gold und Platin scheinen eine Ausnahme zu machen, insofern sie auch für sich im aufgeschwemmten Lande und im Sande von Flüssen, ersteres in bedeutender Menge und weiter Verbreitung gefunden werden und an einigen wenigen Stellen, wie z. B. im Norden von Amerika, tritt auch das Kupfer, in Peru das Silber zu Tage. Das gediegene Eisen, welches da und dort an der Erdoberfläche gefunden wird, ist fast durchgängig Meteoreisen, das auf die Erde aus dem Weltraum herabgefallen ist und gehört also nicht in diese Kategorie.

1. Edle Metalle.

Tafel XV. und XVI., Fig. 1—5.

Gold, gediegenes Gold. Taf. XV., Fig. 1—10.

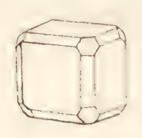
Dasselbe ist das den Menschen am längsten bekannte Metall, welches von jeher wegen seiner schönen Farbe, Geschmeidigkeit, Dehnbarkeit und Politurfähigkeit hochgeschätzt wurde. Es ist das einzige gelbe Metall, welches sich als solches gediegen findet und durch Geschmeidigkeit leicht von den wenigen metallisch aussehenden gelben Mineralen zu unterscheiden, wie vom Kupfer-, Eisen- und Nickelkies. Es kommt fast immer nur gediegen vor, jedoch selten ganz rein, sondern gewöhnlich silberhaltig, indem das Silber als isomorphes Element das Gold in wechselnder Menge vertritt, wodurch die spezifische Farbe des reinsten Goldes, ein sattes Gelb heller bis weißlich gelb wird und gleichzeitig das sp. G. abnimmt. Da der Silbergehalt allmählich zunimmt und andererseits das Silber auch goldhaltig ist, so hat man entweder die Reihe der goldhaltigen Silber und der silberhaltigen Golde in diesem Sinne der einen oder der anderen Spezies, dem Silber oder Golde zugerechnet oder man hat noch zwischen Gold und Silber als Spezies das Elektron eingeschaltet, so daß zu Gold als Varietät silberhaltiges Gold gerechnet wird, dessen Goldgehalt bedeutend überwiegend ist. An dieses schließt sich dann das Elektron und an dieses die goldhaltigen Silber,



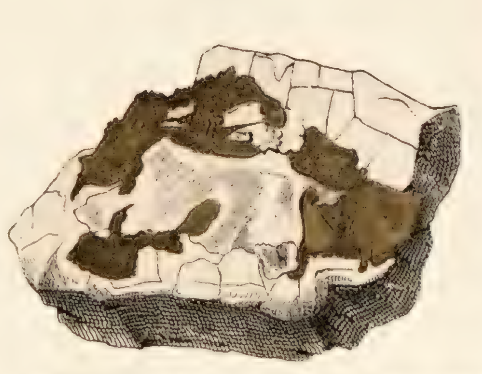
1. Gold in rötlichem Quarz von St. Franzesko in Californien.



2. Goldkryſtall aus Californien.



3 Goldkryſtall.



4. Goldblättchen auf Quarz von Vöröspatak in Siebenbürgen.



6. Goldklümpchen von der Goldküſte Weſtafrika.



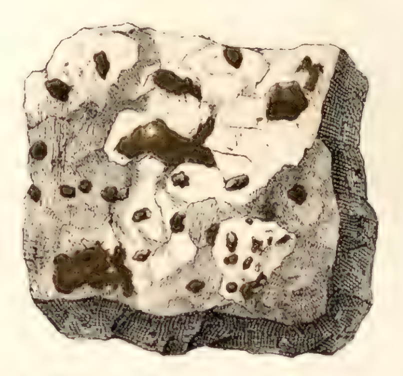
5. Goldklumpen vom Berge Alexander in Viktoria, Auſtralien. 1/4 der natürlichen Größe.



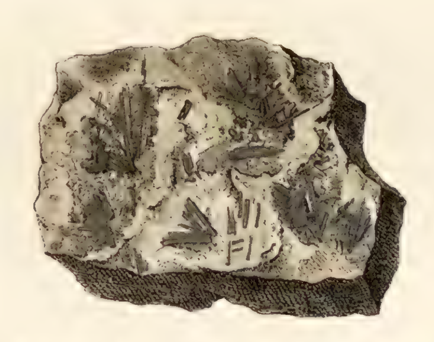
7. Goldkörner aus Californien.



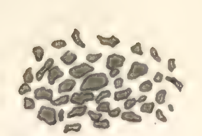
8. Goldſand vom Ural.



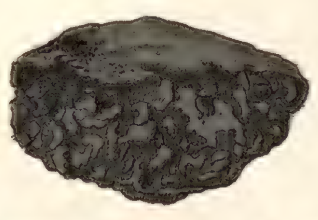
9. Gold in Quarz eingeſprengt von St. Franzesko in Californien.



10. Sylvanit von Offenbanya in Siebenbürgen.



11. Platinkörnchen von Choco in Braſilien.



12. Platin von Niſchne Tagilsk am Ural.



13. Platinklumpen von Niſchne Tagilsk am Ural.

14. Osmiridium-Tafeln und Blättchen vom Ural.

Das Gold mit Einschluß des silberhaltigen Goldes kommt krystallisiert vor, regulär, bildet Hexaeder, Oktaeder, wie Fig. 2 (ein Krystall in natürlicher Größe aus Californien), Kombinationen des Hexaeders mit dem Oktaeder, mit dem Oktaeder und Rhombendodekaeder, wie Fig. 3, oder in anderen Kombinationen, findet sich auch in Gestalt dünner Blätter, wie Fig. 4 (von Vöröspatak in Siebenbürgen), und Bleche, in zähnigen und faserigen, moosähnlichen und anderen Formen, am häufigsten derb und eingesprengt, in rundlichen, unbestimmt eckigen Körnern und Körnchen, so z. B. in krystallinischem körnigem Quarz, wie Fig. 1 ein Vorkommen aus Californien, Fig. 9 eines aus Australien darstellt. Weit häufiger findet es sich lose im aufgeschwemmten Lande und im Sande in Form von feinkörnigem Sande (Goldstaub) wie Fig. 8, oder in verschiedentlich geformten, meist etwas plattgedrückten Körnchen oder Körnern, welche durch die Reibung im Sande oft wie poliert erscheinen, wie Fig. 7 (beide gleichfalls aus Californien, wie überhaupt an verschiedenen Fundorten); oder auch in länglichen platten Klümpchen mit rauher Oberfläche, wie Fig. 6, welches aus dem Schuttland der afrikanischen Goldküste stammt. Eine Ausnahme bilden größere Klumpen oder Pepiten von abgerundeter Form, wie sie Fig. 5 in verkleinertem Maßstabe zeigt. Dieses merkwürdige Stück wurde im Jahre 1852 in der Kolonie Victoria (Australien) gefunden und wog etwa 14 Kilo. Es war 32 cm lang und 15 cm dick und hatte das Aussehen eines länglichen, wie angeschmolzenen Knollens. Ein noch größeres Stück wurde im Januar 1855 in Californien gefunden; dasselbe wog 80 Kilo und war mit Quarz verwachsen, dessen Menge etwa 7 ½ Kilo betrug. Es wurde für 40 000 Dollars verkauft. Auch in den Alluvionen am Ural wurden Stücke von 14 und 43 ½ Kilo und bei Conception in Chile schon sehr beträchtliche Massen gefunden. Daß das Gold in früheren Zeiten auch in Asien und Afrika in großer Menge gefunden wurde, beweisen unter anderem die Nachrichten von dem salomonischen Tempelbau in der heiligen Schrift (2. Buch Chronika Kap. 1, 4 und 5) und von den ungeheuren Goldmassen, welche als Geschenke dargebracht wurden (ebenda Kap. 9 wo es heißt, daß die Summe des Goldes, welche Salomo in einem Jahre dargebracht wurde, 33 300 Kilo betrug, ohne was die Krämer und Kaufleute brachten, und daß alle Könige der Araber und die Herren im Lande Gold und Silber als Geschenke brachten). Auch die Nachrichten in den Schriften der Griechen und Römer zeigen, daß Gold seit den ältesten Zeiten in großer Menge gefunden worden sein muß. Damit hängt auch das sogen. goldene Zeitalter zusammen.

Das reinste Gold ist hochgelb, metallisch glänzend, undurchsichtig, gibt auf dem Probiersteine (schwarzem Kieselschiefer, einer Varietät des Quarz) einen bräunlichgelben Strich, welcher durch Salpetersäure nicht verändert wird. Durch den Silbergehalt wird die Farbe des Goldes blässer, zum Teil etwas grünlichgelb und bei dem Striche auf dem Probiersteine ist die Farbe auch blässer, desgleichen greift Salpetersäure denselben mehr oder weniger an. Der Silbergehalt wechselt gewöhnlich von 1—10 Prozent und darüber bis 15,5 Prozent und ist nicht beständig; dasjenige vom Ural und aus Südamerika enthält durchschnittlich 98, das australische 95, das californische 93 bis 90 Prozent Gold. Das Elektron oder Silbergold vom Schlangenberge in Sibirien enthält 36, das von Vöröspatak in Siebenbürgen 38 ¾ Prozent Silber, das goldhaltige Silber von Kongsberg in Norwegen 72 Prozent Silber. Außer dem Silber sind meist Spuren von Kupfer und Eisen, zuweilen auch von Platin im Gold enthalten. Die Härte ist = 2,5—3,0 und erhöht sich etwas mit dem zunehmenden Silbergehalte, während das sp. G. in gleichem Maße abnimmt, indem es von 19,4 bis auf 16 sinkt, ersteres ist das sp. G. des reinen gehämmerten Goldes.

Das Gold ist in hohem Grade geschmeidig und dehnbar, so daß sich ein Dukaten durch Hämmern auf etwa 2 Quadratmeter ausdehnen läßt. Dieses Blattgold, welches hauptsächlich zum Vergolden von Holz, Metall, Papier u. dergl. verwendet wird, ist bei durchfallendem Lichte etwas durchscheinend und zeigt dabei eine meergrüne Farbe. Im Bruche ist das Gold hakig bis uneben, Spaltbarkeit ist nicht wahrzunehmen.

Das Gold findet sich meist in und mit krystallinischem Quarz, zuweilen in Begleitung von Schwefel- und Kupferkies in Gängen der sog. Urgebirge, so z. B. in Salzburg (Radhausberg, Goldberg), Kärnthen, im Dauphiné, in einigen Teilen der Zentralalpen, bei Beresowsk am Ural, in den vereinigten Staaten; in Syenitporphyr an der Südseite der Karpathen. In jüngeren Gesteinen kommt es gleichfalls mit Quarz, wie in Siebenbürgen und Ungarn vor, hauptsächlich in der Nachbarschaft von Tellurverbindungen. In Brasilien findet es sich in Eisenglimmerschiefer. Das meiste Gold wird jedoch im aufgeschwemmten Lande, in den sog. Goldseifen, in thonigem, mehr oder weniger eisenhaltigem Sande gefunden, aber auch in diesem Falle ist es gewöhnlich von Quarzkörnern begleitet. Dies kommt daher, daß die Gesteinsarten, in denen es selbst oder in Gängen in denselben enthalten war, durch Verwitterung zerklüftet und zu Gesteinsgrus oder Schutt zerfallen vom Wasser fortgeschwemmt zu Ablagerungen Veranlassung gaben, in denen das Gold, weil es nicht verwittert, als Beimengung erhalten blieb. Die bis jetzt bekannten Goldalluvionen sind in Asien bei Kaschmir, in Persien, am oberen Indus, auf Borneo, Celebes, Sumatra; in Afrika im Quellengebiete des oberen Nil, des Senegal und Gambia; in Californien im Gebiete des Sacramento, in den übrigen vereinigten Staaten in Georgien, Virginien, Nord- und Süd-Karolina; in Brasilien hauptsächlich in der Provinz Minas Geraes und in der Umgebung von Bahia. Im Gebiete der Cordilleren findet sich das Gold sowohl in Gängen als auch im Sande in Lima, Peru und Chile. In Australien scheinen die Goldalluvionen unermeßlich und namentlich hat die Provinz Sidney und Viktoria bereits innerhalb weniger Jahre eine Summe von Gold geliefert, welche diejenige von Californien übertrifft. Auch Neuseeland ist reich an Gold.

Ferner enthalten manche Sandsteine der sogenannten Keuper- und Tertiärformation Spuren von Gold und viele Flüsse von Frankreich und Deutschland, so namentlich die Garonne und Rhone, die Mosel und der Rhein, die Isar und die Donau führen in ihrem Sande etwas Gold. Deßgleichen findet man auch im Sande von Flüssen anderer Länder, z. B. in der Schweiz Gold, nur sind gewöhnlich die Mengen desselben nicht bedeutend genug, um es durch Waschen auf lohnende Weise daraus zu gewinnen. Dasselbe gilt auch von dem Vorkommen in festem Gesteine oder in Gängen. Zahllose Fundorte könnten angegeben werden, aber die Menge des vorhandenen Goldes ist oft zu gering, so daß die Gewinnung mehr Kosten verursachen würde, als das gewonnene Gold wert ist.

Das Gold dient zu allerlei Kunst- und Schmuckgegenständen, zu Geräten und hauptsächlich als Münze, als Tauschmittel. Es wird für den Gebrauch immer mit etwas Silber oder Kupfer oder mit beiden Metallen gemischt, legiert, wodurch es an Härte und Dauerhaftigkeit gewinnt, aber freilich an Schönheit der Farbe dabei einbüßt. Der Wert desselben richtet sich in der Regel nach dem des Silbers, so daß jetzt 15 ½ Gewichtsteile Silber einem Gewichtsteile Gold gleichkommen und das Kilo Gold im Mittel zu 2790 Mark oder 136,5 Pfund Sterling gerechnet wird. Bei Goldarbeiten wird außerdem der Silbergehalt und der Arbeitslohn besonders berechnet und man taxiert die Ware nach der Karatierung; 24 karätig nämlich heißt ganz reines Gold, 23 karätig heißt es, wenn die Legierung aus 23 Teilen Gold und 1 Teil Zuschlag (Silber oder

Kupfer) besteht u. s. w. Das meiste verarbeitete Gold ist 16 bis 18 karätig, das der Goldmünzen 22 bis 23½ karätig. Enthält die Legierung bloß Silber, wie dies bei den Dukaten üblich ist, so nennt man dies die weiße Legierung, enthält sie Kupfer, die rote, enthält sie Silber und Kupfer, die gemischte Legierung. Letztere ist der Farbe am günstigsten und die Goldarbeiter verstehen es durch das sogenannte Ansieden der Ware eine besonders schöne Farbe zu erteilen.

Die Goldgewinnung hat sich im Laufe der letzten Dezennien gegen früher wenigstens verzehnfacht. Sie betrug z. B.

in Rußland	im	Jahr	1800	7440 ℔	engl.	1853	64000 ℔
„ Österreich	„	„	„	3400	„	„	„	5700 „
im übr. Europa	„	„	„	100	„	„	„	100 „
in Südasien	„	„	„	10000	„	„	„	25000 „
„ Afrika	„	„	„	660	„	„	„	4000 „
„ Australien	„	„	„	0	„	„	„	210000 „
„ Südamerika	„	„	„	38400	„	„	„	34000 „
„ Californien	„	„	„	0	„	„	„	252000 „
„ den übrig. vereinigt. Staaten				0	„	„	„	2300 „
			im Ganzen	54000 ℔				597100 ℔

Nach einer im Jahr 1882 bekannt gewordenen Zusammenstellung des jährlich (etwa 1880) gewonnenen Goldes werden gewonnen:

in den vereinigten Staaten . .	für	140 194 588 ℳ.
Mexiko	„	4 154 476 „
brittisch Columbien	„	3 825 377 „
Afrika	„	8 373 960 „
der argentinischen Republik . .	„	329 897 „
Columbien	„	16 800 000 „
im übrigen Südamerika . . .	„	8 373 950 „
Australien	„	121 876 536 „
Oesterreich	„	4 450 530 „
Deutschland	„	852 516 „
Italien	„	303 955 „
Rußland	„	111 652 800 „
Schweden	„	8 375 „
Japan	„	1 959 502 „

was in runder Summe 424 Millionen Mark ausmacht und fast jährlich werden neue Fundstellen bekannt, die Beträge höhere. So z. B. wurden in den vereinigten Staaten im Jahr 1886 um 7 Millionen Mark mehr Gold gewonnen als oben angegeben ist.

In 1 Kubikmeter Rheinsand, wie er zwischen Basel und Mannheim zum Gewinnen des Goldes durch Waschen benützt wird, sind 0,014 bis 1,02 Gramme Gold enthalten, so daß der Kubikfuß nur $^1/_{150}$ bis $^1/_2$ Gran Gold enthält. Der Goldsand in Sibirien und Kalifornien ist ungleich reicher, obwohl bei der gewöhnlichen Waschmethode immer noch viel verloren geht. In der neueren Zeit wird der größere Teil des californischen Goldes aus dem goldführenden Quarze selbst gezogen, indem man denselben abbaut und durch Maschinen pochen und waschen läßt.

Das chemische Verhalten des Goldes ist folgendes: Von einfachen Säuren wird es nicht angegriffen, wohl ist es aber in dem sogenannten Königswasser, einem Gemische von Salpeter- und Salzsäure löslich und läßt sich aus der Lösung durch Kupfer, sowie durch Eisenvitriol fällen. Die Lösungen dienen aber auch zur galvanischen Vergoldung. Vor dem Lötrohre lassen sich kleine Körner ziemlich leicht schmelzen, ohne sich zu verändern; ist das Gold silberhaltig wie gewöhnlich, so erteilt es der Phosphorsalzperle eine beim Abkühlen opalisierende Trübung. Bei der Lösung in Königswasser ist der Silbergehalt durch Ausscheidung von Chlorsilber zu erkennen. Durch Kochen mit Salpetersäure oder Schwefelsäure kann wohl ein Teil des Silbers aus silberhaltigem Golde gelöst werden, doch schützt das Gold wegen seiner Unlöslichkeit in diesen Säuren das Silber vor dem Angriff der Säure, weshalb solche Goldproben vorher mit einer entsprechenden Menge Silbers zusammengeschmolzen werden, um letztere ganz von dem Golde scheiden zu können, nur muß die Salpetersäure vollkommen frei von Salzsäure sein, damit das Gold nicht aufgelöst werde.

Außer dem silberhaltigen Golde giebt es auch Palladium-, Rhodium-, Wismut-, Merkur- und Tellur-haltiges Gold, die jedoch nur als Seltenheiten vorkommen.

Die goldhaltigen Tellurerze sind die bekanntesten der hierher gehörigen Vorkommnisse von Gold und finden sich besonders in Siebenbürgen, neuerdings auch in Colorado in Nordamerika. Unter ihnen steht der Sylvanit obenan.

Der **Sylvanit** (Schrifterz, Schrifttellur) bildet kleine spießige bis nadelförmige, auch lamellare monokline Krystalle, welche sogar sehr flächenreiche Kombinationen zeigen. Sie sind entweder eingewachsen oder auf Kluftflächen aufgewachsen (Taf. **XV.** Fig. **10**, von Offenbanya in Siebenbürgen) und bilden im letzteren Falle durch Gruppierung an arabische Schriftzeichen erinnernde Ueberzüge (daher der Name Schrifttellur oder Schrifterz), sind gewöhnlich aber dabei undeutlich ausgebildet. Er ist licht stahlgrau bis zinnweiß, silberweiß oder etwas gelblich, auch bunt angelaufen, metallisch glänzend, undurchsichtig, hat H. = 1,5—2,0, ist milde und färbt auf Papier etwas ab. Sp. G. = 7,99—8,33. Er ist eine Verbindung von Tellur mit Gold und Silber nach der Formel RTe_2, nur wechselt der durch R ausgedrückte Teil der Verbindung, der Gehalt an Silber und Gold, von welchem letzteren um 30 Prozent enthalten sind. Im Glasrohre giebt der Sylvanit ein Sublimat von telluriger Säure, auf Kohle schmilzt er vor dem Lötrohre leicht unter Bildung eines weißen Beschlages zu einer dunkelgrauen Kugel, welche nach längerem Blasen (oder leichter nach Zusatz von etwas Soda zu einem geschmeidigen hellgelben Korne von Goldsilber reduziert wird, das im Momente des Erstarrens aufglüht. In Salpetersäure löst er sich unter Abscheidung von Gold, in Königswasser unter Abscheidung von Chlorsilber.

Das damit verwandte **Weißtellur** (auch Gelberz genannt) von Nagyag in Siebenbürgen, welches noch etwas Antimon und Blei enthält, scheint nur eine unreine Varietät des Sylvanit zu sein. Bedeutend geringeren Goldgehalt hat

der **Nagyagit** (**Blättertellur**, **Nagyager-Erz**) von Nagyag und Offenbanya in Siebenbürgen, welcher rhombisch krystallisiert, durch die vorherrschenden Längsflächen tafelförmige Krystalle und Blätter, auch blättrige Aggregate bildet und parallel den Längsflächen vollkommen spaltbar ist. Er ist schwärzlich bleigrau, metallisch glänzend, undurchsichtig, sehr milde, in dünnen Blättchen biegsam, hat H. = 1,0—1,5 und sp. G. = 6,9—7,2. Er enthält wesentlich Tellur, Blei, Gold (bis 10 Proz.) und Schwefel, ist vor dem Lötrohr auf Kohle leicht schmelzbar, gibt auf derselben gelben Bleioxydbeschlag und in weiterer Entfernung weißen durch tellurige Säure und hinterläßt nach längerem Blasen ein Goldkorn. In Salpetersäure ist er löslich, Gold abscheidend, in Königswasser desgleichen, Chlorblei und Schwefel abscheidend.

Platin (Fig. **11**—**13**).

Dasselbe wurde zuerst 1735 von dem Spanier Ulloa am Flusse Pinto in der Provinz Popoyan in Columbien in Süd-Amerika entdeckt und Platinga wegen seiner Aehnlichkeit mit Silber (plata) genannt und 1752 von dem schwedischen Chemiker Scheffer als ein eigenes Metall erkannt. Es findet sich gewöhnlich lose in kleinen Platten oder rundlichen Körnern (wie Fig. **11**, so namentlich in Brasilien, woher die abgebildete Probe stammt) und Blättchen, seltener in größeren Stücken mit rauher unebener Oberfläche, oder etwas abgerieben (wie Fig. **12**) bis zu 10 Kilo Schwere;

die Vertiefungen sind schwärzlichgrau. Zuweilen sieht man auch Krystallflächen, selbst kleine Hexaeder, wie am Ural. Fig. **13** zeigt 1 Kilo schweres Stück, welches wie das in Fig. **12** abgebildete vom Ural stammt, aus der Gegend von Nischne-Tagilsk, 15 Meilen nördlich von Katharinenburg. In Columbien finden sich selten größere Stücke von einigen Grammen bis 2 Kilo.

Am Ural fand es sich auch mit Chromit verwachsen oder eingewachsen und eingesprengt in Serpentin.

Das rohe Platin hat eine stahlgraue, ins Silberweiße neigende Farbe, ist metallisch glänzend, undurchsichtig, hat hakigen Bruch, ist geschmeidig bis dehnbar, hat H. = 4,0 bis 5,0 und sp. G. = 17—19. Vor dem Lötrohre ist es unschmelzbar, bei sehr hoher Hitze nur höchst strengflüssig; in Salpetersäure, besser noch in Königswasser ist es auflöslich, wobei doch stets ein Rückstand von Osmium, Iridium, Palladium und Ruthenium bleibt, welche wahrscheinlich nur beigemengt sind. Außer diesen Begleitern enthält es meist etwas Eisen, welches bis zu 15 Proz. ansteigt und das Platin magnetisch erscheinen läßt. Die Lösung des Platin ist gelb gefärbt und es wird durch Salmiak niedergeschlagen; der Niederschlag ist Platinsalmiak, Ammoniumplatinchlorid und hinterläßt geglüht das Platin in Gestalt eines sehr feinen Pulvers, das einen gewissen Zusammenhang hat und den sogenannten Platinschwamm bildet. Dieser hat die Eigentümlichkeit, daß, wenn ein Strom von Wasserstoffgas auf denselben geleitet wird, er dasselbe entzündet, weßhalb darauf gegründete Feuerzeuge konstruiert wurden (die Döbereiner'schen Zündmaschinen). Der Platinschwamm läßt sich durch wiederholtes Ausglühen, Schlagen und Pressen in beliebige Formen, Bleche, Drähte u. s. w. bringen und dient zur Verfertigung der verschiedenen Geräte und Werkzeuge, welche in der Physik und Chemie in der neueren Zeit eine sehr wichtige Rolle spielen. Das reine Platin hat das sp. G. = 21—21,7, das gepulverte soll sogar noch höher wiegen und das Iridium noch etwas übertreffen. Nach den Beimengungen kann man als Varietäten das Eisenplatin und das Iridplatin hervorheben, welches letztere in das Platiniridium übergeht. Wegen der Beimengung verschiedener Metalle wurde auch dem gewöhnlichen rohen Platin der Name Polyxen gegeben. Der Wert des unreinen rohen ist etwa der 3- bis 4fache des Silbers, der des gereinigten und verarbeiteten ungefähr der 8fache.

Das Platin wurde eine Zeit lang in Rußland zu Münzen und Medaillen verarbeitet, doch diese Benützung wieder aufgegeben, weil das Aussehen im Gegensatz zu Silber und Gold bedeutend nachsteht und die gegenwärtige Benützung zu Drähten, Blechen, Schmelztiegeln, Destillationsgefäßen, Schalen, galvanischen Apparaten u. s. w. weit einträglicher ist. Für physikalische und chemische Zwecke ist es überhaupt wegen seiner Dehnbarkeit, Dauerhaftigkeit und wegen seines indifferenten Verhaltens gegen viele Stoffe im Vergleiche mit anderen Metallen von ganz besonderem Werte.

Iridium.

Dieses zum Teil das Platin verunreinigende oder mit ihm legierte, auch mehr oder weniger rein für sich vorkommende Metall wurde 1803 von Tennant entdeckt. Es findet sich nur lose, (bis jetzt bei Nischne-Tagilsk und Newjansk am Ural und bei Ava in Hinterindien) kleine Krystalle, Kombinationen des Hexaeders mit dem Oktaeder darstellend, oder als Körnchen und Blättchen, ist in Spuren hexaedrisch spaltbar, hat unebenen bis hakigen Bruch, ist wenig dehnbar, silberweiß, gelblichweiß an der Oberfläche, graulich im Inneren, fast das härteste der Metalle mit H. = 6—7 und zugleich das schwerste, da es das sp. G. = 22—24 hat. Das uralische Vorkommen ist nach der Analyse von Svanberg wesentlich platinhaltig, enthält auf 77 Proz. Iridium etwa 20 Proz. Platin mit wenig Palladium und Kupfer. Ueberhaupt scheint es rein als Iridium ebensowenig vorzukommen, wie das Platin, Platin und Iridium wie Silber und Gold in den verschiedensten Mengenverhältnissen legiert zu sein. Vor dem Lötrohre ist es unschmelzbar und in Säuren unlöslich, selbst in Königswasser, daher es bei der Lösung des Platin ungelöst zurückbleibt. Mit Salpeter geschmolzen löst es sich teilweise in heißer Salzsäure und bildet eine blaue Flüssigkeit.

Ein ähnliches Verhalten, wie das des Platin und Iridium, zeigt das Osmium und Iridium, indem diese beiden Metalle auch in wechselnden Mengen mit einander vorkommen und sogar zwei Arten unterschieden wurden:

Das Iridosmium (der Sysserskit) und das Osmiridium (der Newjanskit) oder das dunkle und lichte Osmiridium. Beide krystallisieren hexagonal, bilden sechsseitige Blättchen (Fig. **14**, Taf. **XV**.), Lamellen oder platte Körner, sind basisch spaltbar, in geringem Grade dehnbar, fast spröde und haben die H. = 7. Das Iridosmium, wie von Syssersk u. a. O. am Ural und aus Californien ist bleigrau und hat sp. G. = 21 bei einem Iridiumgehalte von 20 bis 25 Proz., wogegen das Osmiridium, wie das von Kuschwinsk und Newjansk am Ural und aus Brasilien zinnweiß ist und sp. G. = 19,4 hat, bei einem fast gleichen Gehalte an Osmium und Iridium. Ob beide Vorkommnisse bestimmten Formeln entsprechen, ist noch fraglich. Vor dem Lötrohre erhitzt entwickeln sie durch ihren eigentümlich stechenden Geruch ausgezeichnete Osmiumdämpfe und sind unschmelzbar, in Säuren sind sie unlöslich. Wenn beide zum Teil als Spezies unterschiedene Vorkommnisse als hexagonal krystallisierende und basisch spaltbare auf Isomorphismus der beiden Metalle Osmium und Iridium hinweisen, während vom Iridium nur reguläre Krystalle anzunehmen sind, so würde für das Iridium sich Dimorphismus, reguläre und hexagonale Krystallisation ergeben. Dafür spricht auch das Vorkommen des

Palladium.

Dieses edle, licht stahlgraue, fast silberweiße Metall, welches mit Platin in Brasilien gefunden wird, etwas Iridium und Platin enthält, zeigt auch außer unbestimmbaren Körnchen und Blättchen Oktaeder, während das bei Tilkerode am Harz in Selenblei eingewachsene hexagonale Tafeln bildet. Es ist sehr geschmeidig, hat H. = 4—4,5 und sp. G. = 11,8—12,2. Vor dem Lötrohre ist es unschmelzbar, in Salpetersäure ist es langsam, in Königswasser leicht zu einer rotbraunen Flüssigkeit löslich.

Silber und silberhaltige Minerale.

Taf. XVI.

Das Silber, zu den edlen Metallen gerechnet, findet sich entweder für sich oder in mannigfachen Verbindungen, wie mit Schwefel, Antimon, Arsen, Tellur, Selen, Chlor, Jod und Brom, aus denen es mehr oder weniger leicht gewonnen werden kann. Der leichteren Uebersicht wegen wurden diese dem Silber hier angereiht.

Silber, gediegenes Silber (Fig. **1—5**).

Dasselbe krystallisiert regulär, wie das Gold, bildet Hexaeder, (Fig. **2** und **3**) Oktaeder, Rhombendodekaeder für sich oder in Kombinationen, zum Teil auch mit anderen untergeordneten Gestalten, doch sind die Krystalle meist unregelmäßig ausgebildet und gruppiert, wodurch ähnlich dem Gold, reihenförmige (Fig. **2**), plattenförmige bis blechartige (Fig. **4**), stenglige (Fig. **1**), dendritische (Fig. **5**), draht- bis haarförmige Gestaltungen entstehen, findet sich auch derb in großen Massen bis fein eingesprengt, oder als Ueberzug und Anflug. Spaltungsflächen sind nicht wahrnehmbar, der Bruch ist hakig. Es ist weiß (silberweiß), metallisch glänzend, undurchsichtig. Die reine silberweiße Farbe ist dagegen weniger zu sehen, nur auf frischen Schnittflächen, weil es meist angelaufen gefunden wird, gelblich, graulich, rötlich, bräunlich bis schwarz, auch bunt, was man auch bei

dem verarbeiteten Silber leicht beobachten kann, namentlich in Folge von Schwefelwasserstoffgas. Es hat die Härte = 2,5—3,0, ist geschmeidig, dehnbar und biegsam und hat sp. G. = 10,0—12,0, was von anderen beigemengten Metallen wie Gold, Kupfer, Antimon u. s. w. herrührt. Vor dem Lötrohre ist es ziemlich leicht schmelzbar, in Salpetersäure ist es auflöslich, aus der farblosen Lösung wird es durch Zusatz von Salzsäure als Chlorsilber, in Form eines weißen voluminösen Niederschlages gefällt, welcher an der Luft blaulich, dann braun bis schwarz wird. Das Vorkommen des Silbers ist hauptsächlich auf Gänge im sog. Ur- und Uebergangsgebirge beschränkt. Am Schwarzwald wurde früher in den Gruben Sophie bei Wittichen, Wenzel bei Wolfach und St. Anton, auch in der Reinerzau viel Silber gefunden. Die Abbildung des zierlichen Bäumchens **Fig. 5**, welches aus kleinen reihenförmig gruppierten Oktaedern besteht und auf rötlichem Baryt aufsitzt, stammt vom Heinrichsgang bei Wolfach in Baden. Besonders reichlich findet es sich im Erzgebirge bei Freiberg und Schneeberg in Sachsen, bei Przibram und Joachimsthal in Böhmen, bei Kongsberg in Norwegen, woher auch die in **Fig. 1** und **4** abgebildeten Proben stammen, wo im Jahre 1834 eine Masse von 360 Kilo gefunden wurde. Im Jahre 1477 fand man auf der Grube Markus bei Schneeberg in Sachsen einen 20 000 Kilo schweren Block, welcher fast 2 m breit und 3,75 m lang gewesen und woran der damalige Kurfürst August von Sachsen gespeist haben soll. Auch die Cordilleren von Peru und Chile haben schon ungeheure Massen von Silber geliefert und im Jahre 1803 lieferten die Gruben von Mexiko allein 585 000 Kilo, die von Peru 150 000 Kilo Silber. In Chile lieferten die Silbergänge von Copiapo im Jahre 1850 83 750 Kilo. In früheren Zeiten hatte Spanien sehr reiche Silbergruben und auch Asien muß, nach den Berichten der heiligen Schrift, reich an Silber gewesen sein. Als Preis des Silbers werden für das Kilo 180 ℳ. berechnet.

Zum Vergleiche mit der obigen (S. 48) Angabe über die Menge des jährlich gewonnenen Goldes dient die Angabe über die Menge des jährlich gewonnenen Silbers, wobei auch das Silber in Rechnung gebracht ist, welches aus verschiedenen, zum Teil reichlich vorkommenden Silber enthaltenden Mineralen produziert wird.

In den vereinigten Staaten von Nordamerika	für	172 666 019	ℳ.
Mexiko	„	105 704 605	„
in der argentinischen Republik	„	1 764 945	„
Columbien	„	4 200 000	„
im übrigen Südamerika	„	4 364 598	„
in Oesterreich	„	8 411 454	„
Deutschland	„	29 139 907	„
Norwegen	„	698 334	„
Italien	„	75 385	„
Rußland	„	1 745 839	„
Schweden	„	262 227	„
im übrigen Europa	„	8 729 196	„
in Japan	„	3 848 880	„

was in runder Summe für 342 Millionen Mark Silber ausmacht.

Die Verwendung des Silbers zu Gerätschaften und Luxusgegenständen, zu Schmuck- und Kunstsachen, namentlich zu getriebener und ziselierter Arbeit, zu Draht, Blechen und Blattsilber, zum Versilbern und Plattieren (Plaquéwaren), sowie zu Münzen ist bekannt. Es wird hierzu in der Regel mit Kupfer legiert und der Gehalt wurde als Lötigkeit bezeichnet, je nachdem die Legierung Lote Silber in 16 Lot Masse enthielt, so ist z. B. 14lötiges Silber eine Legierung, welche 14 Lot Silber und 2 Lot Kupfer in 16 Lot Masse enthält. Die Silberwaren in Deutschland sind meist 13- bis 12lötige und müssen demgemäß gestempelt sein. Selbstverständlich sind versilberte Geräte äußerlich nicht zu erkennen, man muß erst durch Anschneiden oder Anfeilen untersuchen, ob Kupfer, Neusilber oder Zinn übersilbert ist.

Durch das Legieren mit Kupfer wird das Silber härter und ist dann weniger dem Abnützen unterworfen, dennoch werden die Münzen und Geräte durch den Gebrauch allmählich stark abgenützt und es geht so alljährlich eine bedeutende Menge Silber verloren. Geschwärzte Silberwaren lassen sich durch Kochen in einer Lösung von Weinstein und Kochsalz oder in einer Auflösung von Borax, wenn man sie in ein durchlöchertes Zinkgefäß untertaucht, wieder weiß sieden; die Politur kann man mit geschlemmter Kreide oder präpariertem Hirschhorn wieder herstellen.

Antimonsilber, Spießglanzsilber, Diskrasit (Fig. **6**—**8**).

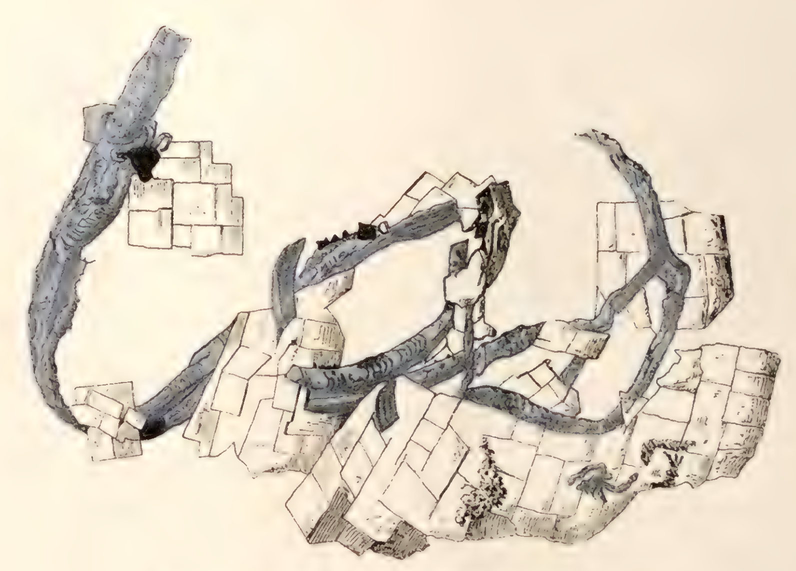
Ein silberweißes, häufig gelb oder schwärzlich anlaufendes, wenig sprödes Silbererz, das in rhombischen Prismen (Fig. **7**) von ungefähr 120° kombiniert mit der Basisfläche, oder noch mit den die scharfen Kanten abstumpfenden Längsflächen (Fig. **6**) oder in blättrigen Massen oder körnig, wie Fig. **8** vorkommt, deutlich basisch spaltbar ist, H. = 3,5 und sp. G. = 9,4—9,8 hat. Es schmilzt vor dem Lötrohre auf Kohle, gibt weißen Antimonoxydbeschlag und hinterläßt ein geschmeidiges Silberkorn. In Salpetersäure ist es auflöslich und hinterläßt beim Eindampfen einen gelblichen Rückstand von salpetersaurem und antimonsaurem Silberoxyd. Das krystallisierte und blättrige, sowie auch das grobkörnige Antimonsilber von St. Wenzel im Schwarzwalde, wo es früher reichlich vorkam, besteht aus nahe 76 Proz. Silber und 24 Antimon, wäre demnach $Ag_2 Sb$; das feinkörnige ebendaher enthält etwa 84 Silber und 16 Antimon und ist daher $Ag_3 Sb$. Ueberhaupt wurden die Mengen von Silber und Antimon verschieden gefunden. Das seltene Mineral findet sich noch bei Andreasberg am Harz, bei Chanarcillo in Chile und bei Allemont in Frankreich.

Das Arsensilber von der Grube Samson bei Andreasberg, nierenförmig und mit schaliger Absonderung, zinnweiß, dunkel anlaufend, enthält nur 8—13 Proz. Silber, außerdem Arsen, Antimon und Eisen und dürfte ein Gemenge sein, welches vielleicht eine ähnliche Verbindung von Arsen mit Silber wie das Antimonsilber ist, in geringer Menge enthält.

Das Tellursilber $Ag_2 Te$ mit 62,7 Proz. Silber, welches an verschiedenen Orten, wie auf der Grube Savodinskoi am Altai, bei Zalathna und Nagyag in Siebenbürgen, Rezbanya in Ungarn und auf der Stanislaus-Grube in der Grafschaft Calaveras in Californien vorkommt, findet sich krystallinisch-körnig, derb und eingesprengt, auch regulär krystallisiert. Es ist dunkelbleigrau bis stahlgrau, etwas geschmeidig, hat H. = 2,5—3,0 und sp. G. = 8,13—8,45; auf Kohle schmilzt es, gibt einen Beschlag von telluriger Säure und hinterläßt ein etwas sprödes, tellurhaltiges Silberkorn, dessen Oberfläche sich bei der Abkühlung mit kleinen metallisch glänzenden Kügelchen bedeckt. Das Tellursilber ist auch zuweilen goldhaltig und der Gehalt desselben steigt so, daß man Tellurgoldsilber trennte.

Silberglanz, Argentit, Glaserz, Schwefelsilber (Fig. **9** und **10**).

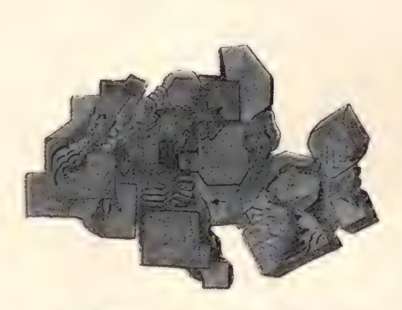
Derselbe krystallisiert regulär, die Krystalle sind aufgewachsen, gewöhnlich Hexaeder (Fig. **9**), Oktaeder, Oktaeder mit Hexaeder (Fig. **10**), und andere Gestalten zeigend, sind meist nicht scharf ausgebildet, oft verzerrt und verzogen, zu reihenförmigen, treppenförmigen u. a. Gruppen vereinigt, wodurch bei kleinen Individuen und in Folge der unregelmäßigen einseitigen Ausdehnung ähnlich wie bei Gold, Silber und Kupfer haar- und drahtförmige, ästige, zähnige, gestrickte Bildungen, plattenförmige Massen, Ueberzüge und Anflüge entstehen. Außerdem findet er sich derb und eingesprengt. Spaltbarkeit in Spuren nach den Flächen des



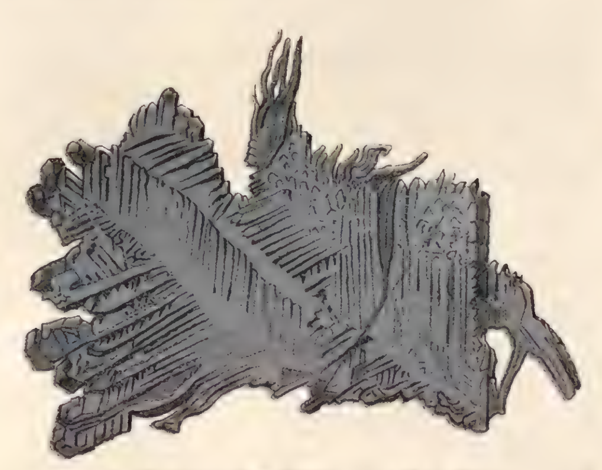
1. Silber mit Kalkspat von Kongsberg in Norwegen.



2. Silber von Kongsberg.



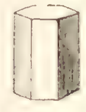
3. Hexaedrische Silberkrystalle von Kongsberg.



4. Dendritisches Silber von Kongsberg.

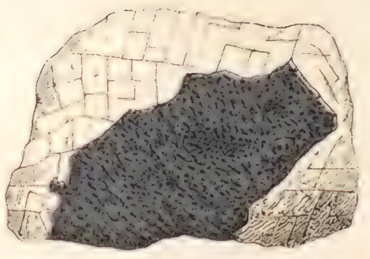


5. Dendritisches Silber von Wolfach in Baden.

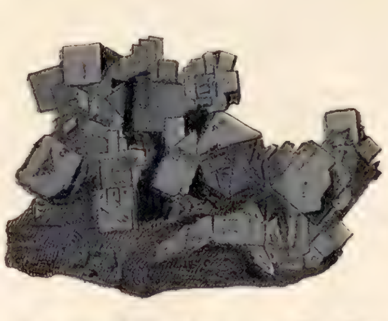


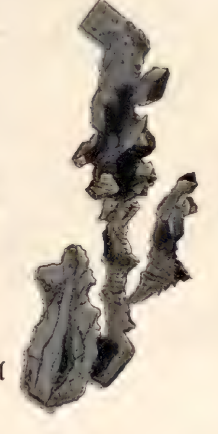
6. Antimonsilberkrystall.





7 u. 8. Antimonsilber in Baryt von St. Wenzel im Schwarzwald.

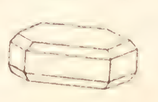




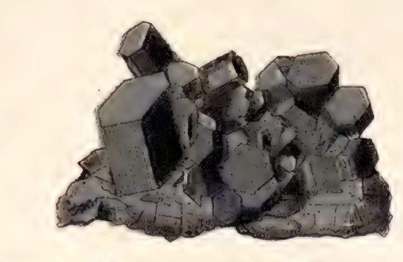
9 u. 10. Silberglanz von St. Wenzel bei Wolfach in Baden.



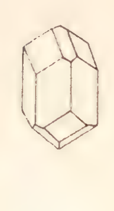
11 u. 12. Stephanitkrystalle.



13. Pyrargyrit von Andreasberg am Harz.



14. Pyrargyrit von Freiberg in Sachsen.





15. u. 16. Rotgiltigerzkrystalle.

Rhombendodekaeders oder Hexaeders, Bruch uneben bis hakig. Der Silberglanz ist schwärzlich bleigrau, oft schwarz oder braun angelaufen, metallisch, meist schwach glänzend, undurchsichtig, geschmeidig und biegsam, läßt sich mit dem Messer leicht schneiden und wird im Schnitte glänzend, hat H. = 2,0—2,5 und sp. G. = 7,0—7,4. Er enthält nach der Formel $Ag_2 S$ zusammengesetzt 87 Proz. Silber und 13 Schwefel. Vor dem Lötrohre schmilzt er, anschwellend und schweflige Säure entwickelnd und hinterläßt ein Silberkorn. In Salpetersäure ist er auflöslich, Schwefel abscheidend.

Nächst dem Silber ist er das wichtigste Mineral zur Gewinnung des Silbers, findet sich im sächsischen und böhmischen Erzgebirge, bei Schemnitz und Kremnitz in Ungarn, Kongsberg in Norwegen, Beresowsk in Sibirien, in Frankreich, Spanien, Peru, Mexiko u. s. w. **Fig. 6** und **10** stellen Vorkommnisse von St. Wenzel bei Wolfach in Baden dar.

Der Akanthit von Freiberg in Sachsen und Joachimsthal in Böhmen ist auch $Ag_2 S$, krystallisiert aber rhombisch wie der Silberkupferglanz (Stromeyerit), welcher die Formel $Ag_2 S + Cu_2 S$ hat, 53 Proz. Silber enthält.

Stephanit, Melanglanz, Sprödglaserz, Schwarzgiltigerz (**Fig. 11** und **12**).

Krystallisiert rhombisch, bildet dicktafelartige (**Fig. 12**) bis prismatische Krystalle (**Fig. 11**), welche bei unvollkommener Ausbildung oder wenn sie klein sind, an hexagonale erinnern, gebildet durch ein Prisma, dessen stumpfe Kanten 115° 39′ messen und dessen scharfe Kanten durch die Längsflächen gerade abgestumpft sind, begrenzt durch die Basisflächen, deren Vorherrschen die tafelartigen Krystalle erzeugt. Dazu kommen, wie **Fig. 12** zeigt, noch die Flächen einer Pyramide und eines Längsdoma oder noch andere. Außer krystallisiert findet er sich derb, eingesprengt und als Anflug. Unvollkommen nach den Längsflächen und dem Längsdoma spaltbar, Bruch muschlig bis uneben. Eisenschwarz bis dunkel bleigrau, selten bunt angelaufen, metallisch glänzend, undurchsichtig; Strich schwarz; milde, hat H. = 2,0—2,5 und sp. G. = 6,2—6,3. Enthält nach der Formel $5\,Ag_2 S . Sb_2 S_3$ zusammengesetzt 68 Prozent Silber und ist wegen dieses hohen Silbergehaltes sehr geschätzt, findet sich im Erzgebirge, in Böhmen, Ungarn, am Harz, in Peru und in Mexiko, fand sich früher auch im Schwarzwalde.

Der Polybasit (Eugenglanz) hat mit dem Stephanit große Ähnlichkeit, doch sind seine Krystalle als wirklich hexagonale fast immer tafelförmige, oft sehr dünne, die Kombination der Basisflächen mit einem hexagonalen Prisma, welches gerade Randflächen der hexagonalen Tafeln bildet, oder mit einer hexagonalen Pyramide, welche zugeschärfte Ränder bildet. Er findet sich auch derb und eingesprengt. Er ist eisenschwarz, milde, hat H. = 2,0—2,5 und sp. G. = 6,0 bis 6,3, entspricht der Formel $8\,Ag_2 S . Sb_2 S_3$ und wechselt im Silbergehalte von 64—72 Proz., weil er meist Kupfer, 3—10 Proz., als Stellvertreter kleiner Mengen des Silbers enthält. Er findet sich bei Freiberg in Sachsen, Joachimsthal in Böhmen, Schemnitz in Ungarn, in Mexiko u. a. O.

Noch reicher an Kupfer ist das gleichfalls Silber, Antimon und Schwefel enthaltende seltene Weißgiltigerz, welches zu den später anzuführenden Fahlerzen gehört.

Rotgiltigerz, Silberblende, Pyrargyrit und Proustit (**Fig. 13—16**).

Als Rotgiltigerz wurden gemeinschaftlich zwei nahe verwandte, Silber enthaltende Minerale benannt, welche in der Krystallisation bis auf gewisse geringe Winkelunterschiede übereinstimmen und in der Zusammensetzung derselben allgemeinen Formel entsprechen. Das eine derselben ist der Pyrargyrit, das dunkle Rotgiltigerz, die Antimonsilberblende $3\,Ag_2 S . Sb_2 S_3$ mit 60 Proz. Silber, 22,3 Antimon und 17,7 Schwefel, das andere der Proustit, das lichte Rotgiltererz, die Arsensilberblende $3\,Ag_2 S . As_2 S_3$ mit 65,5 Silber, 15,1 Arsen und 19,4 Schwefel. Sie krystallisieren hexagonal, rhomboedrisch und sind ziemlich vollkommen spaltbar, jener nach einem Rhomboeder mit dem Endkantenwinkel = 108° 42′, dieser nach einem Rhomboeder mit dem Endkantenwinkel = 107° 50′. Die Krystalle sind oft prismatisch, das hexagonale Prisma mit den Basisflächen (**Fig. 14**) oder mit dem angeführten Rhomboeder und einem zweiten stumpferen (**Fig. 15**) verbunden, oft noch andere Gestalten daran untergeordnet zeigend, auch skalenoedrisch (**Fig. 16**) mit untergeordneten Rhomboedern u. a. Außer krystallisiert kommen beide auch derb und eingesprengt, dendritisch und als Anflug vor. Der Pyrargyrit ist schwärzlich-bleigrau bis dunkel cochenillrot, undurchsichtig bis rot durchscheinend, der Proustit cochenill- bis karmoisinrot, kantendurchscheinend bis halbdurchsichtig, beide haben diamantartigen Glanz, der bei dem dunklen Rotgiltigerz bis halbmetallisch wird; das Strichpulver ist rot, bei dem dunklen cochenille- bis kirschrot, bei dem lichten Rotgilterz cochenill- bis morgenrot. Sie sind milde bis wenig spröde, haben die H. = 2,0 – 2,5, wogegen das Gewicht der Antimonsilberblende 5,85—5,75 das der Arsensilberblende 5,6—5,5 ist. Durch das Verhalten vor dem Lötrohre lassen sie sich leicht unterscheiden, indem beide leicht schmelzbar sind, schweflige Säure entwickeln und der Pyrargyrit auf Kohle weißen Antimonbeschlag absetzt, der Proustit Arsenikgeruch entwickelt, jener ein Silberkorn gibt, dieser ein sprödes Metallkorn, welches sich schwierig zu Silber reduzieren läßt. In Salpetersäure sind sie auflöslich, Schwefel und Antimonoxyd (oder arsenige Säure) abscheidend; bei Behandlung mit Kalilauge wird Schwefelantimon (oder Schwefelarsen) ausgezogen, jenes durch Zusatz von Säuren als orangegelbes, dieses als zitronengelbes Pulver gefällt.

Der Pyrargyrit kommt häufiger vor, wie bei Andreasberg am Harz, Freiberg, Schneeberg, Annaberg, Johanngeorgenstadt in Sachsen, Przibram und Joachimsthal in Böhmen, Schemnitz und Kremnitz in Ungarn, Kongsberg in Norwegen, Zacatecas in Mexiko u. a. a. O. und wird, wo er reichlich vorkommt, zur Gewinnung des Silbers benützt. Der seltener vorkommende Proustit findet sich an mehreren der genannten Fundorte, wie bei Andreasberg, im sächsischen und böhmischen Erzgebirge und im Schwarzwalde. An den Pyrargyrit reiht sich

die Feuerblende von Freiberg in Sachsen, Andreasberg am Harz und Przibram in Böhmen, welche wie der Pyrargyrit zusammengesetzt ist, aber monoklin krystallisierend dünne tafelartige, in einer Richtung vollkommen spaltbare Kryställchen bildet, welche orangegelb bis bräunlichrot, durchscheinend sind und perlmutterartigen Diamantglanz haben; während der auch monoklin krystallisierende Miargyrit, welcher sich bei Bräunsdorf in Sachsen, Przibram in Böhmen, Felsöbanya in Ungarn, Guadalajara in Spanien u. a. O. findet, bei dunkel bleigrauer bis eisenschwarzer Farbe kirschroten Strich hat und nach der Formel $Ag_2 S . Sb_2 S_3$ zusammengesetzt viel weniger Silber, um 37 Prozent, enthält. Sehr interessante silberhaltige Minerale sind noch folgende:

Kerargyrit, Hornsilber, Silberhornerz, Chlorsilber.

Krystallisiert meist Hexaeder bildend, zuweilen mit abgestumpften Ecken und Kanten, die Krystalle klein bis sehr klein, einzeln aufgewachsen oder reihenförmig und treppenförmig gruppiert, auch in Drusenhäute und Krusten vereinigt, findet sich aber auch derb und eingesprengt. Spaltungsflächen sind nicht wahrzunehmen, der Bruch ist muschlig. Graulich, blaulich, grünlich, diamantartig glänzend in Wachsglanz geneigt, mehr oder weniger durchscheinend; dem Lichte ausgesetzt dunkler und undurchsichtig werdend; geschmeidig, läßt sich mit dem Messer schneiden; H. = 1,0—1,5; sp. G. = 5,58—5,60. Ist eine Verbindung des Silbers mit Chlor $AgCl$, enthält 75,3 Silber

und 24,7 Chlor. Vor dem Lötrohre schmilzt er unter Aufkochen leicht zu einer grauen, braunen oder schwarzen Perle, welche sich mit Soda schnell zu Silber reduziert; wird er mit Kupferoxyd zusammengeschmolzen, so entsteht die hellblaue Flamme des Chlorkupfers. Von Säuren wird er kaum angegriffen, in Ammoniak löst er sich langsam auf. Findet sich krystallisiert auf der Grube Markus Reling bei Schneeberg in Sachsen und bei St. Yago in Chile. In derben Massen wurde er früher bei Schneeberg gefunden und in der k. mineralogischen Sammlung zu Dresden liegt ein 3½ Kilo schweres derbes Stück, welches unter der Kirche von Schneeberg, da wo jetzt der Hochaltar steht, gefunden worden sein soll.

Der Bromit oder das Bromsilber, AgBr mit 57,5 Silber und 42,5 Brom, ist dem vorigen sehr ähnlich, krystallisiert auch regulär, gewöhnlich Hexaeder und Oktaeder bildend, ist olivengrün bis gelb, am Lichte unveränderlich, ist ebenso weich mit H. = 1,0—2,0 und sp. G. = 5,8 bis 6,0 und findet sich bei San Onofre im Distrikte Plateros in Mexiko häufig, auch in Chile, wo sich besonders der Embolit oder das Chlorbromsilber findet, welches im Aeußeren ähnlich, Chlor und Brom mit Silber verbunden darstellt, daher eine zwischen Bromit und Kerargyrit liegende Spezies bildet. Nahe verwandt ist

der Jodit oder das Jodsilber, AgJ mit 46 Silber und 54 Jod, welcher aber hexagonal krystallisiert, kurze hexagonale Prismen mit der Basisfläche und einer hexagonalen Pyramide darstellt, gewöhnlich dünne biegsame Blättchen bildet oder derb und eingesprengt sich findet, wie in Mexiko und Chile. Er ist grau bis gelb, wachs- bis diamantglänzend, durchscheinend und hat H. = 1,0—1,5, sp. G. = 5,5—5,7. Vor dem Lötrohre leicht schmelzbar färbt er die Flamme rotblau und hinterläßt ein Silberkorn. Legt man ein kleines Körnchen auf blankes Zinkblech und giebt ein Paar Tropfen Wasser dazu, so wird es schwarz und verwandelt sich in Silber, während sich das Wasser mit Zinkjodür schwängert. Im Glaskolben mit etwas Salzsäure erhitzt entwickelt die Probe Joddämpfe.

Das Selensilber, dem Argentit verwandt, Ag_2Se mit 73 Prozent Silber von Tilkerode am Harz, gewöhnlich durch Beimengung von Galenit etwas Blei enthaltend, findet sich körnig, derb und in Platten, ist hexaedrisch spaltbar, eisenschwarz, schwach metallisch glänzend, undurchsichtig, geschmeidig, hat H. = 2,5 und sp. G. = 8,0.

2. Unedle Metalle und Verbindungen derselben.

Taf. XVII.

Merkur, Quecksilber (Fig. 2).

Das Merkur oder Quecksilber ist das einzige Metall, welches bei gewöhnlicher Temperatur tropfbar flüssig ist und findet sich als kleine Tropfen von kugeliger oder anderer dem Raum entsprechender Gestalt, auch als Anflug in und mit Zinnober auf Gängen, in Klüften und Höhlungen, wie zu Idria in Krain, Almaden in Spanien, Obermoschel (Fig. 2) in Rheinbayern, Horzowitz in Böhmen, Sterzing in Tyrol, Clausthal am Harz, in China, Mexiko, Peru u. s. w. in der Regel in geringer Menge, doch hat man früher im Landberge bei Obermoschel beim Sprengen des zinnoberhaltigen Gesteins eine Masse von 7½ Kilo gefunden. Es ist zinnweiß, metallisch glänzend, undurchsichtig und hat sp. G. = 13,5—13,6. Bei einer Temperatur von — 40° C. wird es starr und krystallisiert regulär. Vor dem Lötrohre verdampft es, sowie bei geringerer Temperatur, eine darüber gehaltene Kupferplatte weiß beschlagend; selbst in gewöhnlicher Temperatur verflüchtigt es sich allmählich. An der Luft bedeckt es sich leicht mit einem grauen Ueberzuge, wodurch es seine Leichtflüssigkeit einbüßt und auf Papier Fäden zieht, besonders wenn es etwas Blei, Wismut oder Eisen enthält. Das natürlich vorkommende ist in der Regel sehr rein, oder enthält Spuren von Silber, Wismut und Eisen, das künstlich gewonnene zuweilen etwas Blei. In Salpetersäure ist es löslich.

Das Merkur übt eine bemerkenswerte auflösende Wirkung auf einige Metalle, so namentlich auf Gold und Silber aus, sodann auf Zinn, Zink, Kupfer und andere, daher es vielfach zur Gewinnung der beiden ersteren durch den sog. Amalgamationsprozeß benützt wird, wozu es sich um so mehr empfiehlt, als es durch Destillation wieder aus den Amalgamen gewonnen werden kann. So dient es auch als Mittel zum Vorgolden anderer Metalle, namentlich des Kupfers, der Bronce und des Eisens im Feuer, zum Spiegelbeleg, zu Barometern und Thermometern, bei chemischen Prozessen zum Auffangen solcher Gase, die von Wasser absorbiert werden, auch zur Anfertigung verschiedener chemischer Präparate und als Arzneimittel. Alle Merkurverbindungen sind giftig, einige, wie das Merkurchlorid in sehr hohem Grade. Außer als Metall findet sich das Merkur in Verbindungen, verschiedene, zum Teil sehr reichlich vorkommende Minerale bildend, aus welchen es leicht durch Erhitzen gewonnen werden kann, da es flüchtig ist und nur sehr geringe Verwandtschaft zum Sauerstoff zeigt, in welcher Beziehung es sich den edlen Metallen anreiht.

Bemerkenswerte Minerale dieser Richtung sind:

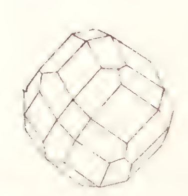
Silberamalgam, Amalgam, Merkursilber.

So nennt man die als Mineral vorkommende Verbindung des Silbers mit Merkur, welche jedoch keine bestimmte chemische Formel hat, weil die beiden Metalle als isomorphe in wechselnden Mengen das Amalgam bilden. Es krystallisiert regulär, selten deutliche Krystalle bildend, besonders das Rhombendodekaeder für sich oder in Kombination mit anderen, wie mit dem Leucitoeder und Hexaeder (Fig. 1). Die Krystalle sind meist verzogen und nach einer Richtung ausgedehnt, gehen durch Abrundung in kuglige und andere krummflächige Gestalten über, außerdem findet es sich derb und eingesprengt, in Platten und Trümern, als Ueberzug und Anflug. Es zeigt Spuren von Spaltbarkeit parallel den Flächen des Rhombendodekaeders, der Bruch ist muschlig bis uneben. Es ist silberweiß, metallisch glänzend, undurchsichtig, wenig spröde bis milde, hat H. = 3,0—3,5 und sp. G. = 13,7—14,1. Obgleich die prozentischen Mengen von Ag und Hg schwanken, wird auch angenommen, daß feste Verbindungen nach bestimmten Formeln vorkommen, welche dann jedenfalls eigene Spezies bilden würden, wie man so vom gewöhnlichen Amalgam den Arquerit aus den Silbergruben von Arqueros bei Coquimbo in Chile trennte, welcher regulär krystallisierend, bei H. = 1,5—2,0 und sp. G. = 10,8 nur 13,5 Merkur mit Silber verbunden enthält und dem man die Formel $Ag_{12}Hg$ zuschreibt. Derselbe kann auch nur als eine merkurhaltige Varietät des Silbers betrachtet werden, da auch andererseits halbweiche Vorkommnisse mit viel Merkur existieren, die man als silberhaltiges Merkur betrachten könnte.

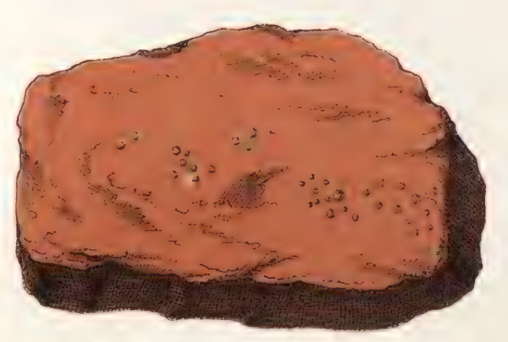
Das Silberamalgam findet sich auf den Lagerstätten des Merkur und Zinnober, wie ausgezeichnet bei Obermoschel in Rheinbayern, Szlana im Gömörer Comitate in Ungarn, Almaden in Spanien, Sala in Schweden. Aehnlich dem Silberamalgam hat sich auch in Columbien und Californien Goldamalgam oder Merkurgold gefunden.

Zinnober, Merkurblende (Taf. XVII. Fig. 2—5).

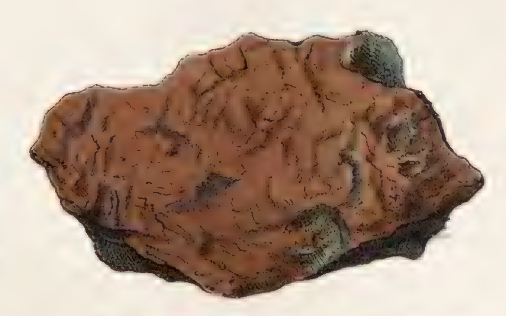
Derselbe krystallisiert hexagonal rhomboedrisch, doch sind die zum Teil sehr flächenreichen Krystalle meist sehr klein. Sie zeigen z. B. (Fig. 4 von Almaden in Spanien) Kombinationen verschiedener Rhomboeder, darunter ein spitzes mit den Endkanten = 71° 48′ vorherrschend, oder tafelartige (Fig. 5 von Idria in Krain) durch die vorherrschenden Basisflächen. Er ist ziemlich vollkommen hexagonal-prismatisch spaltbar. Gewöhnlich findet er sich krystallinisch klein- bis feinkörnig, oft erdig, derb und eingesprengt und als Anflug. Der krystallisierte und krystallinische ist cochenillrot, der erdige bis scharlachrot, durch Beimengungen von



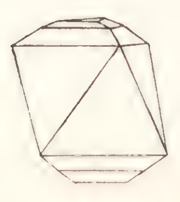
1. Silberamalgamkrystall.

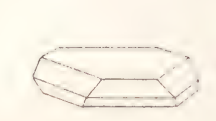


2. Merkur auf erdigem Zinnober.



3. Zinnober von Szlana in Ungarn.





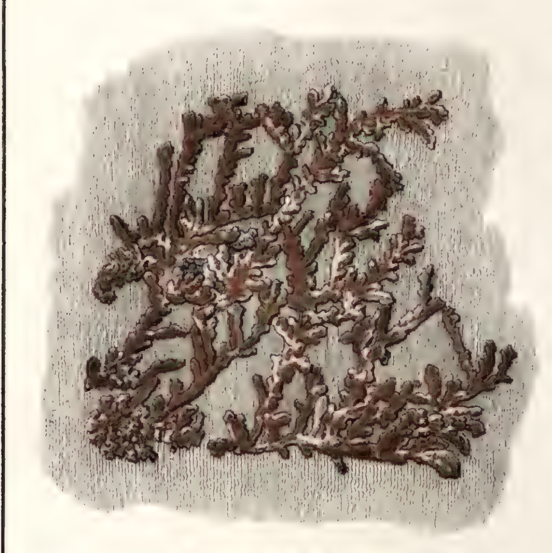
4 u. 5. Zinnoberkrystalle.



6. Kupfer vom oberen See.



7. Kupfer von Katharinenburg.

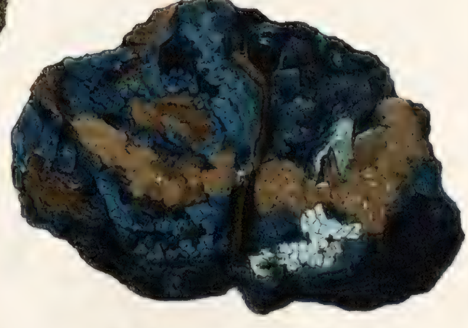


8. Kupfer aus Cornwall.

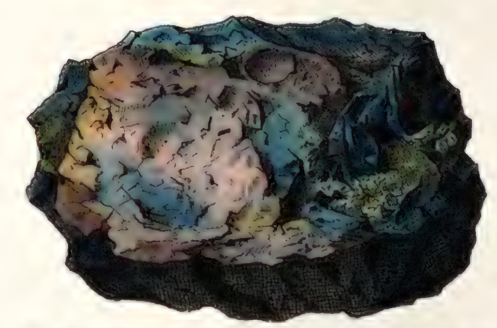
9. Chalkosin aus Cornwall.



10. Chalkosin aus Cornwall.



11. Kupferindig auf Kupferkies.



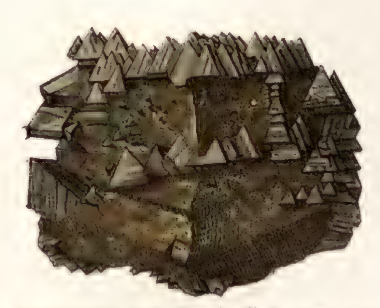
12. Buntkupferkies von Schneeberg in Sachsen.



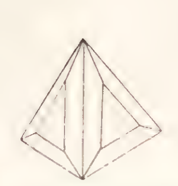
13. Buntkupferkies aus Cornwall.

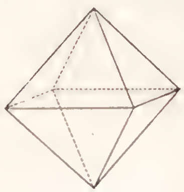


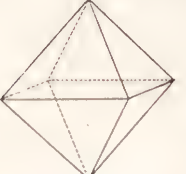
14. Kupferkieskrystalle auf Dolomitkrystallen.



17. Tetraedrit auf Kupferkies vom Harz.







18. 19. 20. Tetraedritkrystalle.

15 u. 16. Kupferkieskrystalle.

Eisenoxyd braunrot, von kohlig-bituminösen Stoffen bis rötlich oder bräunlichschwarz, der Glanz des krystallinischen ist diamantartig. Krystalle sind selten durchsichtig, meist ist er kantendurchscheinend bis undurchsichtig, das Strichpulver ist scharlachrot, wenn er rein ist. Er hat die Härte = 2,0—2,5, das sp. G. = 8,0—8,2 und ist milde. Nach der Formel HgS zusammengesetzt enthält er 86,2 Merkur und 13,8 Schwefel. In Königswasser ist er auflöslich; im Glasrohre erhitzt entwickelt er schweflige Säure und es sublimiert teils Zinnober, teils Merkur; mit Soda gemengt sublimiert im Kolben nur Merkur. Vor dem Lötrohre verflüchtigt er sich, bei vorsichtigem Blasen die Kohle grau mit Merkur beschlagend. Er wird vorzüglich zur Darstellung des Merkurs benutzt und findet sich in Europa bei Almaden und Almadenejos in Spanien, Idria in Krain, Obermoschel in Rheinbayern, Horzowitz in Böhmen, Rosenau und Szlana in Ungarn, Dumbrowa in Siebenbürgen, Ripa in Toskana u. a. a. O., außerdem liefern Kalifornien, Peru, Mexiko, Brasilien, China und Japan zum Teil beträchtliche Mengen.

Bei Idria findet sich das sog. Quecksilberlebererz, ein inniges Gemenge von Zinnober mit Idrialin (einem fossilen Harze) Kohlenstoff und erdigen Teilen, krummschalig abgesonderte dunkelrote bis eisenschwarze (Stahlerze) Massen bildend, welche beim Zerschlagen oder Reiben einen hepatischen Geruch entwickeln und in Folge der Beimengungen spezifisch leichter sind (6,8—7,3). Dazu wurde auch das sog. Korallenerz gerechnet, welches jedoch nur wenig Zinnober enthaltende Apatit-Concretionen darstellt, gemengt mit anderen Substanzen.

Kalomel, Chlormerkur, Quecksilberhornerz,

ein seltenes Mineral, welches sich bei Obermoschel in Rheinbayern, Idria in Krain, Horzowitz in Böhmen und Almaden in Spanien findet. Die sehr kleinen quadratischen Krystalle sind prismatisch, mit pyramidaler Zuspitzung oder mit basischer Endigung, aufgewachsen, Drusen bildend, milde, haben H. = 1,0—1,5, sp. G. = 6,4—6,5, sind graulich- und gelblichweiß, auch gelblichgrau, durchscheinend und diamantartig glänzend. Als $HgCl$ enthält das Mineral 85 Prozent Merkur und 15 Chlor.

Selenmerkur, auch Tiemannit genannt, von Clausthal, Zorge und Tilkerode am Harz, ist ein dunkelbleigraues, metallisch-glänzendes Mineral, welches derb vorkommt, bei H. = 2,5 das sp. G. = 7,1—7,4 hat und etwa 75 Proz. Merkur und 25 Selen enthält. Diesem verwandt ist das Selenmerkurblei, der Lerbachit von Lerbach und Tilkerode am Harz, welches derb und eingesprengt körnige Aggregate mit hexaedrischer Spaltbarkeit bildet, bleigrau in stahlgrau oder eisenschwarz geneigt, metallisch glänzend und undurchsichtig, weich und milde ist und das sp. G. = 7,8—7,9 hat. Es gibt vor dem Lötrohre auf Kohle einen gelben Bleibeschlag und könnte bei seinem erheblichen Wechsel des Blei- und Merkur-Gehaltes ein Gemenge von Selenmerkur und Selenblei sein.

Kupfer (Fig. 6—8).

Das Kupfer ist das einzige rote Metall, welches sich in der Reihe der Metalle durch diese Farbe, die daher als kupferrote bezeichnet wird, leicht erkennen läßt, überdies durch seine Geschmeidigkeit und Zähigkeit, sowie durch seine Dauer an der Luft und im Wasser von Alters her zu allerlei technischen Zwecken verwendet wurde. Es findet sich für sich als Metall, gediegen, wie man es zu bezeichnen pflegt, oder auch in Verbindung mit Schwefel und als solche Verbindung für sich oder wieder mit anderen Schwefelmetallen verbunden vor, außerdem kommt es oxydiert, d. h. mit Sauerstoff verbunden, besonders als Kupferoxydul für sich oder als Kupferoxyd in Verbindung mit verschiedenen Säuren, wie Kohlensäure, Phosphorsäure, Arsensäure, Schwefelsäure u. a., mitunter sehr reichlich vor. Diese Verbindungen zeigen oft die schönsten Farben in Rot, Blau oder Grün und bilden daher auch den Schmuck der Mineralsammlungen. Alle Kupfer enthaltenden Verbindungen färben die Lötrohrflamme grün und wenn sie vorher mit Salzsäure befeuchtet worden sind, hochblau, wodurch sich selbst geringe Mengen von Kupfergehalt nachweisen lassen. Alle geben mit Borax oder Phosphorsalz geschmolzen eine blaugrüne Perle, welche in der inneren Flamme oder nach Zusatz von etwas Zinn eine rote Farbe annimmt, von ausgeschiedenem Kupferoxydul oder metallischem Kupfer. Die meisten liefern nach genügendem Rösten mit Soda auf Kohle Kupferkörnchen, welche sich, wenn der Schmelz in einer Achatschale fein zerrieben und mit Wasser abgeschwemmt wird, als kleine kupferrote, metallisch-glänzende Blättchen oder Flittern erkennen lassen. Aus den Lösungen in Säuren, welche grün oder blau sind, schlägt sich metallisches Kupfer auf blankem Eisen oder Zink nieder.

Das Kupfer, wie es als Metall gediegen vorkommt, krystallisiert regulär, bildet Hexaeder, Oktaeder, Rhombendodekaeder für sich oder in Kombination miteinander oder noch anderen Gestalten. Die Krystalle sind jedoch meist unregelmäßig ausgebildet, verzerrt und verzogen, so daß prismatische und keilförmige Formen aller Art entstehen, wie Fig. 7 von Katharinenburg im Ural zeigt; zuweilen finden sich Deltoid-Ikositetraeder mit dem Hexaeder kombiniert, wie Fig. 6, welches Stück vom oberen See in den vereinigten Staaten von Nordamerika stammt, wo zuweilen zollgroße Krystalle vorkommen. Ferner bilden die undeutlichen, mit einander verwachsenen Krystalle baumförmige (dendritische), zackige und ästige Gestalten, wie Fig. 8 aus Cornwall in England, auch derbe unregelmäßige Massen wie am Ural, in Neuschottland, Neuholland und am oberen See, welche bisweilen mehrere Hundert Kilo wiegen. So wurde am letzteren eine Masse von 200 000 Kilo, neuerdings eine Platte von 750 000 Kilo Schwere gefunden. Außerdem findet es sich eingesprengt, als Ueberzug und Anflug, oder lose Körner bildend. Oft ist es an der Oberfläche glänzend, meist braun, gelb, bunt oder schwarz angelaufen, den Glanz mehr oder minder dadurch verlierend. Angeschnitten zeigt es seine kupferrote Farbe und den metallischen Glanz. Es ist geschmeidig und dehnbar, hat H. = 2,5—3,0 und das sp. G. = 8,5—8,9. In der Regel ist es rein, enthält bisweilen Silber und andere Stoffe beigemengt. Das vom oberen See ist oft mit Silber verwachsen und findet sich in einem Mandelsteine. In Deutschland kommt es nur sparsam, z. B. bei Ehl und Rheinbreitenbach am Rhein, im Rammelsberge am Harz, im Mansfeldschen und bei Kupferberg in Schlesien vor; auch findet es sich in Cornwall in England, bei Chessy unweit Lyon in Frankreich, Fahlun in Schweden, Röraas in Norwegen, Moldawa und Saska im Banat, Herrengrund, Schmöllnitz und Gölnitz in Ungarn, in Sibirien, Mexiko, Peru, Chile, auf Cuba u. s. w. Das meiste Kupfer wird jedoch aus verschiedenen Verbindungen gewonnen, die deshalb Kupfererze heißen.

Das Kupfer wurde schon von den Alten unter dem Namen cyprisches Erz teils für sich, teils in Verbindung mit Zinn in einer bronzeartigen Legierung zu Waffen und Geräten verschiedener Art benützt und wird noch heutzutage vielfach zu Kesseln, Destillationsapparaten, zum Decken von Dächern, zur Bekleidung von Schiffen, zu Kupferstichen, zu Walzen für den Zeugdruck, zu galvanoplastischen und getriebenen Kunstarbeiten, in Drähten zu Telegraphen, physikalischen Instrumenten und dergl., zu Münzen u. s. w. verwendet, alles Dinge, zu denen es sich wegen seiner Zähigkeit und Haltbarkeit an der Luft und im Wasser ganz besonders empfiehlt. Durch Legieren mit Zinn und Zink entstehen gelbe Metallgemische, welche unter dem Namen Bronze, Kanonen- und Glockenmetall, Similor und Mannheimer Gold, Messing u. s. w. bekannt sind und vielfach Anwendung finden. Mit Nickel und Zink bildet es weiße Legierungen, welche unter dem Namen Neusilber oder Argentan und Billon bekannt sind und teilweise im Gebrauch das Silber ersetzen; mit Arsen das sog. Weißkupfer,

welches sich auch als Mineral findet. Außerdem werden aus den Abfällen des Kupfers verschiedene Farbstoffe und chemische Präparate gefertigt, wie z. B. Grünspan, Braunschweiger- und Bremer-Grün, Scheel'sches Grün, Kupfervitriol ꝛc. Auch dienen manche Kupferpräparate in der Arzneikunde, in der Färberei und beim Zeugdruck u. s. w.

Schwefelkupfer.

Das Kupfer bildet mit Schwefel zwei Verbindungen, Cu_2S und CuS, welche für sich die beiden Minerale Chalkosin und Covellin bilden, häufig dagegen ist das Schwefelkupfer Cu_2S in verschiedenen Mineralen in Verbindung mit anderen Schwefelverbindungen enthalten, wie mit Schwefelantimon, Schwefelarsen, Schwefelwismut, Schwefeleisen, Schwefelblei u. a. und es dienen mehrere derselben zur Gewinnung des Kupfers. Die Trennung des Kupfers erfordert verschiedene, oft sehr verwickelte Hüttenprozesse.

Chalkosin, Kupferglanz, Redruthit, Kupferglas (Fig. 9 und 10).

Krystallisiert rhombisch, doch scheinbar hexagonal, indem bei prismatischen Krystallen wie Fig. 10, eine kleine Gruppe aus Cornwall zeigt, am rhombischen Prisma von 119° 35′ die scharfen Prismakanten gerade abgestumpft sind, oder bildet scheinbar hexagonale Tafeln mit geraden Randflächen oder mit zugeschärften Rändern, wie Fig. 9 ebenfalls aus Cornwall. Häufig findet er sich, derbe Massen bildend, in Platten oder eingesprengt, als Ueberzug und Anflug. Er ist schwärzlich bleigrau bis eisenschwarz, oft bunt, blau oder braun angelaufen, metallisch glänzend, undurchsichtig, hat dunkelgrauen glänzenden Strich, ist sehr milde, hat H. = 2,5—3,0 und sp. G. = 5,5—5,8. Nach der Formel Cu_2S zusammengesetzt enthält er 79,8 Proz. Kupfer und 20,2 Schwefel. Vor dem Lötrohre ist er, die Flamme bläulich färbend auf der Kohle in der Oxydationsflamme leicht schmelzbar, in der Reduktionsflamme starr werdend und gibt mit Soda zusammen geschmolzen ein Kupferkorn. Er ist ein sehr geschätztes Kupfererz, welches namentlich in Cornwall (schön krystallisiert bei Redruth, daher Redruthit genannt), im Banat, in Connecticut, in geringerer Menge bei Kupferberg und Rudelstadt in Schlesien, als Versteinerungsmittel von kleinen Fruchtzapfen einer Cypresse (Cupressites Ullmanni) unter dem Namen der Frankenberger Kornähren in Hessen, auch in Nassau und im Erzgebirge vorkommt.

Der Covellin (Kupferindig) ist ein dunkel indigoblaues undurchsichtiges, leicht zerreibliches Schwefelkupfer CuS, welches die H. = 1,5—2,0, das sp. G. = 4,59 bis 4,64 und schwarzen Strich hat. Er findet sich hauptsächlich mit Chalkopyrit im Schwarzwald, auch im Salzburgischen und in Thüringen. Fig. 11 stellt ein solches Stück von Herrensegen im Schapbachthale im Schwarzwald vor, wo der Covellin den Chalkopyrit teilweise bedeckt. Im Salzburgischen kam er krystallisiert vor, kleine hexagonale tafelförmige Kryställchen bildend, welche vollkommen basisch spaltbar sind.

Buntkupferkies, Buntkupfererz, Bornit (Fig. 12 und 13).

Krystallisiert regulär, doch sind die Krystalle, Oktaeder mit Hexaeder, Hexaeder mit Oktaeder u. a. Gestalten, meist undeutlich ausgebildet, reihenförmig gruppiert, wie Fig. 13 aus Cornwall, kuglig, in drusigen Ueberzügen, Platten und Knollen, auch findet er sich derb, eingesprengt und als Anflug; der Bruch ist muschlig bis uneben. Seine Farbe ist zwischen kupferrot und tombakbraun, doch ist er meist an der Oberfläche bunt, rot, blau, grün, braun bis schwarz angelaufen, metallisch glänzend, undurchsichtig, hat schwarzen Strich, ist milde bis wenig spröde, hat H. = 3,0 und sp. G. = 4,9—5,1. Er ist wesentlich eine Verbindung von Halbschwefelkupfer mit Anderthalb-Schwefeleisen $3\,Cu_2S.\,Fe_2S_3$ mit 55,6 Kupfer, 16,4 Eisen und 28,0 Schwefel, doch oft gemengt mit Chalkopyrit und Chalkosin. Vor dem Lötrohre auf Kohle läuft er dunkel an, wird schwarz und nach dem Erkalten rot, schmilzt zu einer stahlgrauen, magnetischen, spröden, im Bruche graulichroten Kugel, gibt mit Soda reduziert Kupfer. In konzentrierter Salzsäure ist er löslich, Schwefel abscheidend. Er findet sich in Nassau, Thüringen, Sachsen, Schlesien, in der Schweiz, in Schweden, Norwegen und Cornwall und wird mit anderen begleitenden Kupfererzen verhüttet, weil er reich an Kupfer ist.

Kupferkies, Chalkopyrit, (Fig. 11, 14—16).

Krystallisiert quadratisch, die Grundgestalt ist eine dem Oktaeder sehr nahe stehende quadratische Pyramide, wie Fig. 15, woran jedoch oft die abwechselnden Flächen durch die sphenoidische Hemiedrie größer sind, wie Fig. 16, oder es sind solche Krystalle zwillingsartig verwachsen, wie Fig. 14. Am häufigsten kommen derbe Massen mit unebenem Bruche vor (Fig. 11). Er ist messinggelb, häufig jedoch goldgelb, auch bunt angelaufen, metallisch glänzend, undurchsichtig, hat grünlichschwarzen Strich, H. = 3,5—4,0 und sp. G. = 4,1—4,3.

Der Chalkopyrit entspricht der Formel $Cu_2S\,.\,Fe_2S_3$ und enthält im reinen Zustande 34,6 Kupfer, 30,5 Eisen und 34,9 Schwefel, durch Beimengungen, namentlich von Pyrit oft mehr Eisen und Schwefel, wodurch die Ausbeute an Kupfer geringer ist. Vor dem Lötrohre ist er leicht schmelzbar zu einer grauen, spröden, magnetischen Kugel, welche im Bruche graulichrot ist und mit Soda oder Borax geschmolzen Kupfer gibt; im Glasrohre erhitzt entwickelt er schweflige Säure. In Königswasser, schwieriger in Salpetersäure ist er löslich, Schwefel abscheidend. Durch Zersetzung gibt er besonders zur Bildung von Malachit und Azurit Veranlassung.

Er ist eines der geschätztesten Kupfererze, welches sich oft in mächtigen Lagern und Stöcken in den älteren Formationen findet, z. B. bei Röraas in Norwegen, am Rammelsberge bei Goslar, zu Fahlun in Schweden; auch auf den Gruben Herrensegen und St. Michael im Schwarzwald, in Nassau, Steiermark, Tyrol, Schlesien, England und Frankreich kommt er häufig vor. Die schönsten Krystalle, wie Fig. 14 und 16 finden sich in Cornwall und bei Freiberg in Sachsen. An manchen Orten verhüttet man noch ganz arme, d. h. durch Beimengungen an Kupfergehalt prozentisch geringere Erze, indem man sie mit den reichen mischt, auch werden mitunter die beim Rösten entweichenden Schwefeldämpfe zur Gewinnung von Schwefelsäure benützt.

Fahlerz, Tetraedrit, Kupferfahlerz, Schwarz-, Grau- und Weißgiltigerz (Fig. 17—20).

Mit dem Namen Fahlerze bezeichnet man mehrere verwandte Spezies, welche regulär und tetraedrisch-hemiedrisch krystallisieren und unter denen der Tetraedrit das häufigste ist. Derselbe bildet, wie Fig. 17 zeigt, Tetraeder, die zuweilen in Drusen gehäuft vorkommen, häufig findet sich das Tetraeder kombiniert mit dem Gegentetraeder, wie Fig. 18 durch gerade Abstumpfung der Ecken, oder dieses mit zugeschärften Kanten, wie Fig. 19 durch ein Trigondodekaeder, oder dieses mit gerade abgestumpften Kanten durch das Hexaeder und mit dreiflächiger Zuspitzung der Ecken durch das Rhombendodekaeder, wie Fig. 20 u. a. m. Außer krystallisiert findet er sich derbe Massen bildend oder eingesprengt. Er ist stahlgrau bis eisenschwarz, metallisch glänzend, undurchsichtig, hat schwarzen Strich, ist wenig spröde, hat H. = 3,0—4,0 und sp. G. = 4,5—5,2. Der Tetraedrit entwickelt im Glasrohre erhitzt schweflige Säure und Antimonoxyddämpfe, schmilzt vor dem Lötrohre auf Kohle ziemlich leicht mit geringem Aufwallen zu einer auf Kupfer reagierenden Kugel, welche mit Soda geschmolzen Kupfer gibt und die Kohle wird mit Antimonoxyd beschlagen. Er enthält wesentlich Cu_2S und Sb_2S_3 mit etwas FeS und ZnS nahezu entsprechend der Formel $3\,(4\,Cu_2S.\,Sb_2S_3) + 4\,RS\,.\,Sb_2S_3$, in welcher R Eisen und Zink ausdrückt.

Die Fahlerze, welche man als dunkle und lichte, als Antimon- und Arsenfahlerze, als Schwarz-, Grau- und


1. Krystallgruppe des Cuprit.
2. Cupritkrystall.
3. Cupritkrystall.
4. Azurit von Chessy.
5. Azuritkrystall.
6. Azuritkrystall.
7. Azurit auf Sandstein.
8. Malachitkrystalle auf Limonit.
9. Malachitzwilling.
10. Malachit aus Sibirien.
11. Malachit auf Brauneisenerz.
12. Malachit aus Sibirien.
13. Lunnit auf Hornstein.
14. Libethenit von Libethen.
15. Libethenit-krystall.
16. und 17. Dioptas.
18. Euchroitkrystalle auf Glimmerschiefer.
19. Chalcophacit auf Quarz.
20. Chalcophacitkrystall.
21. Olivenitkrystall.
22. Chalcophyllit-krystall.
23. Kupfervitriol-krystall.

Weißgiltigerze unterschieden findet, sind im allgemeinen Verbindungen, welche entweder Schwefelantimon Sb_2S_3 oder Schwefelarsen As_2S_3 oder beide gleichzeitig enthalten, wonach man zunächst Antimon- und Arsenfahlerze unterscheidet. Bei den arsenhaltigen erkennt man den Arsengehalt vor dem Lötrohre durch knoblauchartigen Geruch, welcher besonders bei dem Zusammenschmelzen mit Soda auf Kohle deutlich hervortritt, so auch bei denen, welche neben Antimon das Arsen enthalten. Je nachdem nun Sb_2S_3 oder As_2S_3 oder beide zusammen vorwaltend mit Cu_2S verbunden sind, oder neben Cu_2S auch Ag_2S enthalten ist, trennt man die Kupferfahlerze und Silberfahlerze (das Weißgiltigerz, lichte Fahlerz). Andere Fahlerze enthalten außer FeS und ZnS, wie bei dem Tetraedrit angeführt wurde, auch HgS. Wegen des Silbergehaltes als Giltigerze, Schwarz-, Grau- und Weißgiltigerze benannt, zeigen sie eisenschwarze bis bleigraue Farbe und werden zur Gewinnung des Silbers benützt, sowie zur Gewinnung des Kupfers. Der Tetraedrit findet sich häufig, so bei Freiberg und Annaberg in Sachsen, Schemnitz und Kremnitz in Ungarn, Kapnik in Siebenbürgen, Markirchen im Elsaß, Andreasberg Clausthal und Zellerfeld am Harz, Wolfach in Baden u. s. w. Die merkurhaltigen, wie von Schwatz in Tyrol, Poratsch in Ungarn und Obermoschel in Rheinbayern werden zur Gewinnung des Merkur benützt, die silberhaltigen, wie die silberreichen Weißgiltigerze von Freiberg in Sachsen, Przibram in Böhmen, auch selbst silberarme zur Gewinnung des Silbers.

Kupferoxyde und Verbindungen desselben.
Tafel XVIII.

Mit Sauerstoff bildet das Kupfer zwei Oxydationsstufen, das Kupferoxydul Cu_2O und das Kupferoxyd CuO, welche beide als Minerale vorkommen. Das Kupferoxyd ist außerdem in vielen Mineralen in Verbindung mit Säuren enthalten.

Cuprit, Rotkupfererz, Kupferoxydul Fig. 1—3.

Dieser findet sich oft krystallisiert und zwar regulär, bildet Oktaeder (Fig. 1), wie in Sibirien, Kombinationen desselben mit dem Rhombendodekaeder (Fig. 2), Rhombendodekaeder (Fig. 3), wie bei Chessy unweit Lyon in Frankreich, Hexaeder u. s. w. Die Krystalle finden sich besonders in Drusenräumen, bisweilen eingewachsen, auch verwachsen zu krystallinisch-körnigen Massen, häufig ist er dicht oder erdig. Die dichten bis erdigen (Kupferpecherz und Ziegelerz) sind oft mit Eisenoxyd gemengt. Eine besondere Ausbildung nadel- bis haarförmiger, einseitig verlängerter Krystalle, wie von Rheinbreitenbach und aus Sibirien wurde Chalkotrichit, Kupferblüte, haarförmiges Rotkupfererz genannt und früher für eine eigene Spezies gehalten.

Der krystallisierte und krystallinische Cuprit ist cochenill- bis dunkel kirschrot, dunkel bis ins Bleigraue ziehend, hell bis karminrot, diamantartig bis halbmetallisch glänzend, halbdurchsichtig bis undurchsichtig; der Strich ist dunkel- bis hell kirschrot. Der dichte bis erdige ist bräunlich- bis ziegelrot, das Kupferpecherz und Ziegelerz, welches im Schwarzwald (Grube Herrensegen und St. Michael), in Nassau und Thüringen, in England und Chile vorkommt und obgleich nicht rein, sondern mit Eisenoxyd, Chalkopyrit, Malachit u. s. w. gemengt mit Vorteil auf Kupfer benützt wird.

Die H. ist = 3,5—4,0, das sp. G. = 5,7—6,0. Im reinen Zustande ist das Erz Cu_2O mit 88,8 Kupfer und 11,2 Sauerstoff, daher wegen der Kupfergewinnung sehr geschätzt. Vor dem Lötrohre auf Kohle ist er schmelzbar und läßt sich leicht zu Kupfer reduzieren; die Flamme wird grün gefärbt, beim Befeuchten der Probe mit Salzsäure blau. In Säuren ist er leicht löslich. Er ändert sich leicht in Azurit, Malachit oder Kupferoxyd um, daher besonders schöne Pseudomorphosen des Malachit und Azurit, wie z. B. bei Chessy unweit Lyon nach Cuprit gefunden werden.

Das Kupferoxyd CuO, wegen seiner schwarzen Farbe Schwarzkupfererz genannt, findet sich selten.

Von den zahlreichen Verbindungen des Kupferoxydes sind nachfolgende als Beispiele anzuführen.

Azurit, Kupferlasur (Fig. 4—7).

Krystallisiert monoklin, kurz prismatisch, ein Prisma von 99° 20′ bildend, kombiniert mit der Basis, meist gruppiert, (Fig. 4) z. B. bei Chessy, verkürzt bis zur Tafelform und mit den Querflächen, welche die stumpfen Prismenkanten gerade abstumpfen (Fig. 5), dicktafelartig und kurzprismatisch (Fig. 6) mit einer Hemipyramide, welche die stumpfen Kombinationskanten des Prisma mit den Basisflächen abstumpft und mit einem Längsdoma, welches die seitlichen Kombinationsecken abstumpft. Die Krystalle aufgewachsen, in Drusen und gruppiert, besonders kuglig; eingewachsen und verwachsen zu stenglig-strahligen Aggregaten, (Fig. 7 von Neubulach im württembergischen Schwarzwald) bei großer Kleinheit mikrokrystallische Ueberzüge bildend; außerdem derb und eingesprengt, als Ueberzug und Anflug, so besonders der feinerdige.

Spaltbar nach dem angeführten Längsdoma; der Bruch ist muschlig, uneben bis erdig. Der Azurit ist dunkel- bis hell lasurblau gefärbt, der erdige bis smalteblau, die Krystalle sind glasglänzend, durchscheinend bis undurchsichtig; der Strich ist heller bis smalteblau. Das Mineral ist spröde, hat H. = 3,5—4,0 und das sp. G. = 3,7—3,8; es besteht nach der Formel $2\,(CuO\,.\,CO_2) + H_2O\,.\,CuO$ zusammengesetzt aus 69 Kupferoxyd, 25,7 Kohlensäure und 5,3 Wasser, gibt im Kolben erhitzt Wasser und wird schwarz, schmilzt vor dem Lötrohre auf Kohle und läßt sich leicht zu Kupfer reduzieren. In Säuren mit Brausen, auch in Ammoniak auflöslich. Aendert sich oft in Malachit um, Pseudomorphosen bildend.

Der Azurit ist nicht gerade selten, findet sich meist in Folge von Umwandlungen des Kupfers und Kupfer enthaltender Schwefelverbindungen, wie des Chalkopyrit, Bornit, Tetraedrit u. a., doch weniger in großer Menge, wie in Sibirien, in Cornwall, Böhmen, Tyrol, Ungarn, Banat u. s. w. Besonders schöne Krystalle fanden sich bei Chessy unweit Lyon in Frankreich. Er wird zum Ausbringen des Kupfers, zur Darstellung von Kupfervitriol, der reine zu feinem Pulver gemahlen (das sog. Bergblau) als Malerfarbe benützt.

Malachit (Fig. 8—12).

Dieses dem Azurit in der Zusammensetzung nahe verwandte Mineral krystallisiert auch monoklin, doch sind seine Krystalle meist nur klein, fein prismatische bis nadelförmige. Sie bilden ein monoklines Prisma von 104° 20′ mit den Quer- und Basisflächen, sind bisweilen zu Zwillingen verwachsen (Fig. 9), in Gruppen aufgewachsen (Fig. 8 von der Grube Herrensegen im Schwarzwald), büschlig gruppiert (Fig. 11 ebendaher), dabei meist fasrig, übergehend in strahlig-fasrige bis feinfasrige Aggregate (Fig. 10 aus Sibirien), so besonders stalaktitisch, traubig, nierenförmig (Fig. 12) z. B. in Sibirien, Neu-Holland, auf Cuba, in Afrika in großer Menge und in großen Massen, übergehend in fast dichte, ähnlich gestaltete; oft bildet er nur Ueberzüge und Anflüge, zum Teil erdige, findet sich auch derb und eingesprengt.

Er ist smaragdgrün, hell bis dunkel, bis span- und schwärzlichgrün, auch gelblich-, bräunlich- oder blaulichgrün, diamantartig glänzend auf Krystallflächen, seidenartig der fasrige, wachsartig der dichte, halbdurchsichtig bis undurchsichtig, hat blaß spangrünen bis apfelgrünen Strich, ist spröde, hat H. = 3,5—4,0 und sp. G. = 3,6—4,0. Nach der Formel $CuO\,.\,CO_2 + H_2O\,.\,CuO$ zusammengesetzt enthält er 71,8 Kupferoxyd, 20 Kohlensäure und

8,2 Wasser. Sein Verhalten vor dem Lötrohre und gegen Säuren und Ammoniak ist das des Azurit.

Er findet sich häufig, wie in Sibirien, Cornwall, Thüringen, Ungarn, im Banat, Tyrol, Frankreich, Afrika, Cuba u. s. w. und wird, wo er reichlich vorkommt, zur Gewinnung des Kupfers benützt. Auch dienen größere und reine Stücke des stalaktitischen, fasrigen bis dichten zur Verfertigung von kleinen Schmuck- und Kunstgegenständen, Dosen, Vasen, Tischplatten (wie der in den Gruben des Fürsten Demidoff zu Nischne-Tagilsk am Ural); fein gemahlen verwendet man ihn als Malerfarbe (Kupfergrün).

Phosphorsaures Kupferoxyd (Fig. 13—15).

So wie mit Kohlensäure und Wasser findet sich das Kupferoxyd mit verschiedenen anderen Säuren und Wasser verbunden, jedoch im Vergleiche mit dem Malachit und Azurit in untergeordneter Weise, eine ganze Reihe wissenschaftlich interessanter Spezies bildend, welche aber meist nur klein krystallisiert oder stalaktitisch, derb und eingesprengt, als Ueberzüge und Anflüge vorkommen. Von den Phosphaten sind zu nennen:

Der **Lunnit** (Phosphorchalcit, Pseudomalachit), welcher selten kleine deutliche monokline Krystalle bildet, gewöhnlich nur kuglige, traubige und nierenförmige Aggregate (Fig. 13 von Rheinbreitenbach). Diese sind im Inneren stenglig bis fasrig und haben eine feindrusige Oberfläche. Er ist dunkel-, smaragd- bis spangrün, wachsglänzend, hat spangrünen Strich, H. = 5 und sp. G. = 4,1—4,3. Er enthält nach der Formel $3\,CuO\,.\,P_2O_5 + 3(H_2O\,.\,CuO)$ zusammengesetzt 8 Proz. Wasser, 21 Phosphorsäure und 71 Kupferoxyd, ist in Salpetersäure leicht auflöslich und schmilzt vor dem Lötrohre zu einer schwarzen Kugel, welche ein Kupferkorn enthält. Er findet sich bei Rheinbreitenbach am Rhein, bei Hirschberg im Voigtlande, Nischne-Tagilsk am Ural, in Cornwall und Peru. Aehnliche nierenförmige Gestalten mit glatter Oberfläche bildet der **Prasin** von Libethen in Ungarn, welcher neben dem Phosphat nur 2 Molekule des Hydrates enthält.

Der **Libethenit**, scheinbar Oktaeder (Fig. 14) bildend, welche aber die Kombination eines kurzen rhombischen Prisma mit einem Längsdoma darstellen, oder auch (Fig. 15) etwas nach der Hauptachse verlängert, dieselben Gestalten in Verbindung mit einer Pyramide zeigen; lauch-, oliven- bis schwärzlichgrün, glasglänzend, durchscheinend, hat olivengrünen Strich, H. = 4 und sp. G. = 3,6—3,8. Er entspricht der Formel $3\,CuO\,.\,P_2O_5 + H_2O\,.\,CuO$ mit nahezu 30 Prozent Phosphorsäure 66 Kupferoxyd und 4 Wasser, verhält sich vor dem Lötrohre und in Säuren wie der Lunnit und findet sich bei Libethen in Ungarn, Ullersreut im Fürstentum Reuß, Nischne-Tagilsk am Ural, Mercedes unweit Coquimbo in Chile und Loanda in Afrika.

Dioptas, Kupfersmaragd.

Dieses sehr schöne Mineral findet sich besonders in Drusen im Kalksteine des Berges Karkaralinsk (oder Altin Tjube) in der Kirgisensteppe, 500 Werst südlich von Omsk in Sibirien, bildet aufgewachsene (Fig. 16) Krystalle, welche die Kombination eines hexagonalen Prisma mit einem stumpfen Rhomboeder (Fig. 17) darstellen, ist smaragdgrün, bisweilen span- oder schwärzlichgrün, glasglänzend, durchsichtig bis durchscheinend, spröde, hat H. = 5 und sp. G. = 3,27—3,35 und ist wasserhaltiges, kieselsaures Kupferoxyd $H_2CuO_2\,.\,SiO_2$ mit nahe 50 Proz. Kupferoxyd. Vor dem Lötrohre ist er unschmelzbar, in Salpeter- oder Salzsäure löslich, Kieselgallerte abscheidend.

Der **Crysokoll**, Kieselmalachit, Kieselkupfer, ist dem Dioptas nahe verwandt, insofern er dieselben Bestandteile, dagegen in anderen Mengen und der Formel $H_2O\,.\,CuO + H_2O\,.\,SiO_2$ entsprechend nur 45 Kupferoxyd enthält. Außerdem ist er amorph, bildet stalaktitische, traubige, nierenförmige u. a. krummflächige Gestalten, findet sich derb, eingesprengt, als Ueberzug und Anflug, hat muschligen, unebenen und splittrigen Bruch, ist smaragdgrün bis himmelblau, auch gelblich und bräunlich, wenig wachsartig glänzend bis matt, halbdurchsichtig bis kantendurchscheinend, hat H. = 2,0—3,0 und sp. G. = 2,0—2,3. Oft ist er mit Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat gemengt, auch mit Malachit, ist vor dem Lötrohre unschmelzbar und in Säuren auflöslich, Kieselgallerte abscheidend. Er ist nicht selten, findet sich aber meist nur in geringer Menge.

Arsensaures Kupferoxyd (Fig. 18—22).

In ähnlicher Weise wie mit Phosphorsäure findet sich das Kupferoxyd in verschiedenen wasserhaltigen Verbindungen mit Arsensäure, die jedoch seltene Minerale sind. Von diesen sind nur in Kürze zu erwähnen:

Der **Chalkophacit**, das Linsenerz, mit spangrüner bis himmelblauer Farbe, in kleinen prismatischen monoklinen Krystallen (Fig. 19 aus Cornwall), welche rhombischen sehr ähnlich sind, wie Fig. 20 ein einzelner Krystall zeigt, der an die Kombination eines rhombischen Prisma mit einem Querdoma erinnert.

Der **Euchroit** (Fig. 18 von Libethen in Ungarn) smaragdgrün, aufgewachsene, kurzprismatische rhombische Krystalle bildend, welcher der Formel $4\,(H_2O\,.\,CuO) + 3\,H_2O\,.\,As_2O_5$ entspricht, während die Zusammensetzung des vorigen nicht genau bestimmt ist.

Der **Olivenit**, welcher gewöhnlich olivengrün gefärbt ist und ähnlich dem Libethenit krystallisiert, (Fig. 21 aus Cornwall, die Kombination der Quer- und Längsflächen und des Prisma mit einem Längsdoma) doch mehr langgestreckte Krystalle bildet, auch fasrig vorkommt. Derselbe ist wie jener zusammengesetzt, enthält aber an Stelle der Phosphorsäure Arsensäure, was man durch das Verhalten vor dem Lötrohre erkennt.

Der **Chalkophyllit** (Kupferglimmer), welcher perlmutterartig glänzende Blättchen bis tafelartige (Fig. 22 von Redruth in Cornwall) hexagonale Kryställchen bildet, smaragd- bis spangrün gefärbt und basisch vollkommen spaltbar ist.

Kupfervitriol, Chalkanthit, schwefelsaures Kupferoxyd (Fig. 23.)

Er krystallisiert triklin und bildet (Fig. 23) ein Prisma von 123° 10′, dessen stumpfe Kanten durch die Querflächen abgestumpft sind, oder noch andere selbst flächenreiche Krystalle durch Kombinationen anderer Gestalten mit den in der Figur dargestellten. Die Krystalle sind selten deutlich, doch können leicht schöne Krystalle durch Umkrystallisieren nach erfolgter Auflösung im Wasser oder bei künstlicher Darstellung des Kupfervitriols erhalten werden. Als Mineral bildet er gewöhnlich nur stalaktitische nierenförmige und andere krummflächige Gestalten, körnige Aggregate, krustenförmige Ueberzüge und Anflüge oder Efflorescenzen. Er findet sich nicht selten als Zersetzungsprodukt Kupfer enthaltender Minerale, wie des Chalkopyrit u. a., wie bei Goslar in Hannover, Herrengrund und Neusohl in Ungarn, Fahlun in Schweden, auf Cypern (daher **cyprischer Vitriol** genannt), am Harz, in Cornwall u. s. w. Er ist dunkel himmelblau bis berlinerblau (daher **blauer Vitriol** genannt) bis spangrün, glasglänzend, mehr oder weniger durchscheinend und enthält 31,8 Kupferoxyd, 32,1 Schwefelsäure, 36,1 Wasser, ist in Wasser leicht auflöslich und hat einen widerlichen zusammenziehenden Geschmack. Aus der Auflösung in Wasser schlägt sich das Kupfer auf Eisen nieder, wenn man ein Stück Eisen, wie eine Messerspitze oder einen Nagel in die Lösung eintaucht. Er wird daher zum Verkupfern des Eisens, außerdem in der Färberei, Druckerei, bei der Papierfabrikation, als Arzneimittel u. s. w. gebraucht.

Der **Brochantit**, welcher sich bei Rezbanya in Ungarn, Redruth in Cornwall, Nassau an der Lahn, Krisuvig auf Island (daher **Krisuvigit** genannt), am Ural, in Chile, u. a. a. O. findet, ist auch eine Verbindung der Schwefelsäure mit Kupferoxyd $CuO\,.\,SO_3 + 3(H_2O\,.\,CuO)$ mit nahezu 70 Proz. Kupferoxyd, smaragd- bis

schwärzlichgrün gefärbt, glasglänzend, durchscheinend bis durchsichtig, dagegen in Wasser nicht auflöslich.

Bei der Mannigfaltigkeit der Kupferverbindungen ist schließlich auch noch

der Atakamit (Salzkupfererz, Chlorkupfer)

zu erwähnen, welcher nach einer irrtümlichen Fundortangabe benannt in Süd-Amerika, wie bei los Remolinos, Huasko, Soledad, Copiapo, Santa Rosa in Chile, an der Algodonbay in Bolivia, im Distrikte Tarapaca in Peru, zum Teil sehr reichlich vorkommt und deshalb auch zur Gewinnung von Kupfer benützt wird, anderwärts spärlicher. Er krystallisiert rhombisch, bildet prismatische bis nadelförmige Krystalle (besonders große und schöne wurden in der Burraburragrube in Australien gefunden), krystallinisch-körnige, stenglige bis fasrige Aggregate, findet sich auch derb, eingesprengt, als Ueberzug und Anflug. Er ist lauch-, gras- bis smaragdgrün, durchsichtig bis kantendurchscheinend, glasglänzend, hat apfelgrünen Strich, H. = 3,0—3,5 und. sp. G. = 3,7—3,9 und ist eine Verbindung nach der Formel $3 (H_2O . CuO) + CuCl_2$, während auch andere Verhältnisse angegeben werden, die vielleicht von Veränderungen oder Beimengungen abhängen. Vor dem Lötrohre ist er schmelzbar, die Flamme blaugrün färbend und läßt sich leicht zu Kupfer reduzieren; in Säuren und in Ammoniak ist er leicht löslich. Durch Pulverisieren gewinnt man aus ihm in Süd-Amerika einen grünen, von den Eingeborenen Arenilla genannten Streusand.

Nickel und Kobalt enthaltende Minerale.
(Taf. XIX ig. 1—13.)

Nickel-haltige Minerale Fig. 1—4.

Das Nickel genannte Metall ist sparsam in der Erdrinde verbreitet und hauptsächlich auf Gänge und Erzlager der älteren Gebirge beschränkt. Als Metall findet es sich für sich nicht, nur als solches in Legierung mit Eisen in den sog. Meteoreisen, welche als Fremdlinge planetarischen Ursprungs aus dem Weltraume auf die Erde gelangen. In der Erde bildet es meist Verbindungen mit Schwefel, Arsen und Antimon, zum Teil in Begleitung von Kobalt und Eisen; in Verbindung mit Sauerstoff findet es sich nur ganz untergeordnet. Die erstgenannten Verbindungen haben metallisches Aussehen, geben geröstet ein gelblichgrünes Oxyd, das mit Borax ein bräunlichrotes Glas liefert, welches durch Zusatz eines Kalisalzes blau wird; der Reduktionsflamme ausgesetzt scheidet sich metallisches Nickel in fast silberweißen Flittern aus, welche ausgewaschen vom Magnete angezogen werden, da das Nickel nächst dem Eisen den stärksten Magnetismus zeigt. Mit Cyankalium liefert die Röstprobe ein lockeres, unschmelzbares, schwammiges Korn von Nickel, welches gleichfalls dem Magnete folgt. Ist gleichzeitig Kobalt in der Probe enthalten, so giebt diese mit Borax ein blaues Glas. Das meiste Nickel wird aus den Arsenverbindungen und sodann aus den Rückständen, welche bei der Smaltebereitung aus Kobaltmineralen unter dem Namen Speise gewonnen werden, dargestellt. Es dient besonders zur Verfertigung des sog. Neusilbers oder Argentans, wozu es mit Kupfer und Zink legiert wird.

Schwefelnickel, Nickelkies, Haarkies, Millerit (Fig. 1).

Ziemlich selten vorkommend, wie zu Johann-Georgenstadt in Sachsen, Joachimsthal und Przibram in Böhmen, Riechelsdorf in Hessen, Kamsdorf in Thüringen, Oberlahr im Westerwalde, Duttweiler bei Saarbrücken, Antwerp in New-York, in der Grafschaft Lancaster in Pennsylvanien u. a. a. O., bildet nadel- bis haarförmige hexagonale prismatische Krystalle, auch büschelförmige Gruppen solcher oder verworren stenglige bis fasrige Aggregate, ist messinggelb (bisweilen grau oder bunt angelaufen), metallisch glänzend, undurchsichtig, spröde, hat schwarzen Strich, H. = 3,5 und sp. G. = 4,6—5,3. Ist NiS, giebt im Kolben erhitzt schweflige Säure, schmilzt vor dem Lötrohre auf Kohle ziemlich leicht zu einer glänzenden schwarzen magnetischen Kugel, ist löslich in Salpetersäure und in Königswasser; die Lösung ist grün gefärbt.

Arsennickel, roter (Fig. 2) und weißer (Fig. 3).

Mit Arsen bildet das Nickel zwei Verbindungen, eine hell kupferrote, den Nickelin $NiAs$ oder Rotnickelkies und eine graue, den Weißnickelkies $NiAs_2$, welche jedoch dimorph auftritt und als regulär krystallisierender, Chloanthit und als rhombischer, Rammelsbergit genannt wird.

Der Nickelin krystallisiert hexagonal, doch sind die kleinen kurzprismatischen Krystalle selten und meist undeutlich ausgebildet, gewöhnlich findet er sich derb oder eingesprengt, außerdem auch kuglig, traubig, nierenförmig, dendritisch und gestrickt. Er ist licht kupferrot gefärbt, läuft grau oder braun an, ist metallisch glänzend, undurchsichtig, hat bräunlichschwarzen Strich, H. = 5,5 und sp. G. = 7,4—7,7. Nach der Formel $NiAs$ zusammengesetzt enthält er 43,6 Nickel und 56,4 Arsen, doch gewöhnlich sind stellvertretend geringe Mengen von Eisen, Kobalt oder Antimon vorhanden. Vor dem Lötrohre ist er auf Kohle, Arsendämpfe entwickelnd zu einer weißen, spröden Metallkugel schmelzbar, in Salpetersäure ist er aufflöslich, arsenige Säure abscheidend. Er findet sich gewöhnlich in Begleitung von Chloanthit, Smaltit u. a. wie zu Riechelsdorf in Hessen, Schneeberg in Sachsen, Joachimsthal in Böhmen, Schladming in Steiermark, Andreasberg am Harz, Allemont im Dauphiné in Frankreich, im Annivierthale in Wallis in der Schweiz, Kamsdorf in Thüringen, Orawicza im Banat, Leadhills in Schottland u. s. w. Das daraus, wie auch aus anderen Nickelmineralen dargestellte Nickeloxydul dient in der Porzellan- und Glasmalerei zur Darstellung verschiedener grüner Farbenschattierungen.

Eine ähnlich gefärbte Verbindung des Antimon mit Nickel, $NiSb$, welche auch hexagonal krystallisiert, aber viel seltener ist, wird Breithauptit oder Antimonnickel genannt. Sie findet sich bei Andreasberg am Harz und bildet hexagonale Tafeln oder ist derb und eingesprengt.

Der Chloanthit (Fig. 3) krystallisiert regulär, Hexaeder oder solche mit dem Oktaeder kombiniert darstellend, außerdem findet er sich derb mit krystallinisch-körniger Absonderung bis fast dicht, auch eingesprengt, hat unebenen bis ebenen Bruch, ist zinnweiß, läuft grau bis schwarz an, dabei den Glanz verlierend, ist metallisch glänzend, undurchsichtig, spröde, hat H. = 5,5 und sp. G. = 6,5 bis 6,8. $NiAs_2$ mit etwa 28 Proz. Nickel und stellvertretendem Eisen- und Kobalt-Gehalte. Im Kolben giebt er ein Sublimat von Arsen, im Glasrohre von Arsen und arseniger Säure; schmilzt vor dem Lötrohre auf Kohle leicht, starken Arsengeruch entwickelnd, zu einem spröden grauen Metallkorne. Mit Salpetersäure giebt er eine grüne oder gelbliche Lösung. Das abgebildete Stück stammt von Schneeberg in Sachsen, auch kommt er bei Kamsdorf und Sangerhausen in Thüringen, Riechelsdorf in Hessen, Dobschau in Ungarn, Allemont im Dauphiné, Chatam in Connecticut u. a. O. vor.

Der gleich zusammengesetzte Rammelsbergit, gewöhnlich stenglige bis fasrige Aggregate bildend, wie zu Schneeberg in Sachsen, Riechelsdorf in Hessen und Wittichen in Baden, auch derb und eingesprengt, ist im Aussehen und Verhalten gleich, nur spezifisch schwerer, hat sp. G. = 7,09—7,19.

Der Gersdorffit und Ullmannit, in der Krystallisation und im Aussehen dem Chloanthit ähnlich, sind Verbindungen von Nickel mit Arsen (oder Antimon) und Schwefel, der erstere $NiAs_2 + NiS_2$ (auch Nickelarsenkies genannt), der zweite $NiSb_2 + NiS_2$ (daher Nickelantimonkies genannt), welche bei ähnlichem Aussehen sich durch das Verhalten vor dem Lötrohre leicht unterscheiden lassen.

Aus Nickelin und Chloanthit zunächst, sowie aus anderen verwandten entsteht durch chemische Veränderung der Annabergit, Nickelocher, Nickelblüte, (Fig. 4), welcher an den genannten metallischen Mineralen bisweilen als ein apfelgrüner erdiger Anflug sichtbar ist, oder auch auf diesen und in der Nachbarschaft feine haarförmige Krystalle und fasrige bis mikrokrystallische Efflorescenzen bildet. Derselbe ist eine wasserhaltige Verbindung von Arsensäure mit Nickeloxydul $3\,(H_2O\,.\,NiO) + 5\,H_2O\,.\,As_2O_5$.

Kobalt-haltige Minerale (Fig. 5—13).

Das Kobalt genannte Metall, welches dem Nickel nahe verwandt ist, findet sich auch nicht als Metall, sondern ist in der Art des Vorkommens dem Nickel ähnlich, insofern es meist mit Schwefel und Arsen verbunden, metallisch aussehende Minerale darstellt, außerdem auch Sauerstoffverbindungen bildet. Die bezüglichen Minerale, im Allgemeinen Kobalterze genannt, hinterlassen nach dem Rösten ein schwarzes Oxyd, welches mit Borax geschmolzen ein schön lasurblaues Glas liefert. Bei Auflösung in Salpetersäure wird die Flüssigkeit rot gefärbt. Als Metall findet das Kobalt keine Anwendung, desto mehr das Oxydul, welches teils zu blauen Schmelzfarben, teils zur Darstellung der Smalte und des Thenard'schen Blau's benützt wird.

Schwefelkobalt, Linnëit, Kobaltkies (Fig. 5).

Krystallisiert regulär, Oktaeder oder dieses mit dem Hexaeder kombiniert darstellend, die Krystalle klein und in Drusenräumen aufgewachsen, auch derb und eingesprengt vorkommend. Rötlich silberweiß, metallisch glänzend, undurchsichtig, oft gelblich angelaufen, spröde. H. = 5,5 und sp. G. = 4,8—5,0. Enthält nach der Formel $Co\,S\,.\,Co_2S_3$ zusammengesetzt nahezu 58 Proz. Kobalt, doch tritt oft stellvertretend Nickel dazu. Ist selten, findet sich beispielsweise bei Riddarhytta in Schweden, in Maryland und Missouri in Nordamerika.

Kobaltin, Glanzkobalt (Fig. 6—9).

Derselbe krystallisiert regulär, bildet meist eingewachsene Krystalle, wie der von Tunaberg und Vena in Schweden und Skutterud in Norwegen, oder findet sich derb und eingesprengt. Die Krystalle sind Oktaeder, oder dieses in Kombination mit dem Pyritoeder genannten Dyakishexaeder (Fig. 7) oder das letztere in der Kombination so vorwaltend, daß eine dem geometrischen Ikosaeder ähnliche Form gebildet wird (Fig. 8), oder das Pyritoeder in Kombination mit dem Hexaeder (Fig. 6), wozu auch noch ein anderes Dyakishexaeder und das Oktaeder kommt (Fig. 9) oder noch andere Kombinationen, und zeigen hexaedrische Spaltbarkeit. Er ist rötlich silberweiß, oft grau angelaufen, metallisch glänzend, undurchsichtig, spröde, hat graulichschwarzen Strich, H. = 5,5 und sp. G. = 6,0—6,1. Er ist nach der Formel $Co\,As_2 + Co\,S_2$ zusammengesetzt, etwa 36 Proz. Kobalt enthaltend, welches meist durch etwas Eisen, auch Nickel vertreten wird. Im Kolben geglüht verändert er sich nicht, im Glaskolben gibt er schweflige und arsenige Säure; vor dem Lötrohre auf Kohle erhitzt entwickelt er starken Arsenrauch, schmilzt zu einer grauen magnetischen Kugel und zeigt nach dem Abrösten mit Borax geschmolzen die Reaktion auf Kobalt. In Salpetersäure ist er löslich, arsenige Säure und Schwefel abscheidend; die Lösung ist rot und wird durch Zusatz von Wasser nicht getrübt. Außer an den genannten Fundorten findet er sich bei Querbach in Schlesien, Siegen in Westphalen, Daschkessen unweit Elisabethpol am Kaukasus, wo er bis 60 cm. mächtige Lager bildet.

Smaltit, Speiskobalt, Arsenkobalt (Fig. 10 u. 11).

Krystallisiert regulär, Hexaeder, Hexaeder mit Oktaeder (Fig. 11) bis zur Mittelform (Fig. 10) bildend, auch mit dem Rhombendodekaeder u. a. m. Er findet sich auch gestrickt, staudenförmig, spiegelig, traubig, nierenförmig, derb und eingesprengt, dabei körnig bis dicht, bisweilen stenglig. Er ist in Spuren spaltbar, parallel dem Hexaeder und Oktaeder, hat unebenen bis muschligen Bruch, ist zinnweiß bis licht stahlgrau gefärbt, oft dunkelgrau bis bunt angelaufen, metallisch glänzend, undurchsichtig, hat graulichschwarzen Strich, H. = 5,5 und sp. G. = 6,37—6,60 und ist $Co\,As_2$ mit 28 Proz. Kobalt, an Stelle dessen auch Eisen und Nickel stellvertretend in wechselnden Mengen. Im Glasrohre erhitzt gibt er ein Sublimat von arseniger Säure, im Kolben bei starker Erhitzung ein Sublimat von Arsen, vor dem Lötrohre auf Kohle schmilzt er leicht mit Entwicklung von starkem Arsenrauch zu einer weißen oder grauen magnetischen Kugel. In Salpetersäure ist er löslich, arsenige Säure abscheidend. Er ist nicht selten, findet sich bei Schneeberg, Marienberg, Johann-Georgenstadt, Annaberg in Sachsen, bei Joachimsthal in Böhmen, Riechelsdorf und Bieber in Hessen, Schladming in Steiermark, Wittichen und Wolfach am Schwarzwald, Dobschau in Ungarn, Allemont im Dauphiné, in Cornwall, bei la Motte in Missouri u. s. w. und ist eines der wichtigsten Minerale für die Blaufarbenwerke, wird bei der Email- und Glasmalerei benützt und liefert als Nebenprodukt arsenige Säure.

Ihm ähnlich im Aussehen und nur durch das höhere sp. G. bis 7 unterschieden ist der stenglige Safflorit, welcher rhombisch krystallisiert und diesem schließt sich der rhombische Spathiopyrit von Bieber in Hessen an, welcher einen beträchtlichen Eisengehalt zeigt.

Durch Zersetzung der genannten kobalthaltigen Minerale entstehen verschiedene erdige, schwarze, braune bis gelbe Vorkommnisse, welche stalaktitisch, derb, eingesprengt, als Ueberzug und Anflug vorkommen und Erdkobalt genannt wurden. Sie sind aber gewöhnlich durch Beimengungen anderer Zersetzungsprodukte schwierig als Spezies zu unterscheiden, enthalten außer Kobaltoxydul noch Mangan- und Eisenoxyde und Wasser. Infolge von Zersetzung entsteht auch der dem Annabergit analoge

Erythrin, Kobaltblüte, roter Erdkobalt (Fig. 12 und 13).

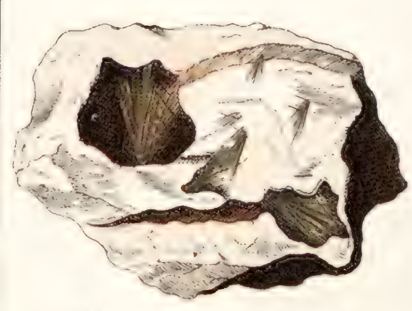
Derselbe bildet bisweilen sehr zierliche, nadelförmige bis fasrige monokline Krystalle, welche büschelförmig gruppiert aufgewachsen vorkommen, mikrokrystallische Ueberzüge, Efflorescenzen, erdige Anflüge bilden, auch ist er derb, mit krystallinisch blättriger Absonderung, körnig bis erdig (roter Erdkobalt).

Er ist pfirsichblütrot bis karmoisinrot, auf Krystallflächen glasglänzend, auf den vollkommenen Spaltungsflächen perlmutterglänzend, der fasrige seidenartig, durchsichtig bis undurchsichtig, hat H. = 2,5 und sp. G. = 2,9—3,0. Er ist nach der Formel $3\,(H_2O\,.\,CoO) + 5\,H_2O\,.\,As_2O_5$ entsprechend dem Annabergit zusammengesetzt und an ihn schließen sich noch verwandte Verbindungen, welche gewöhnlich ähnlich gebildet erscheinen. Er findet sich besonders schön bei Schneeberg in Sachsen, wo sich auch der in der Zusammensetzung verwandte Roselith findet, der in neuerer Zeit sehr schön krystallisiert gefunden wurde.

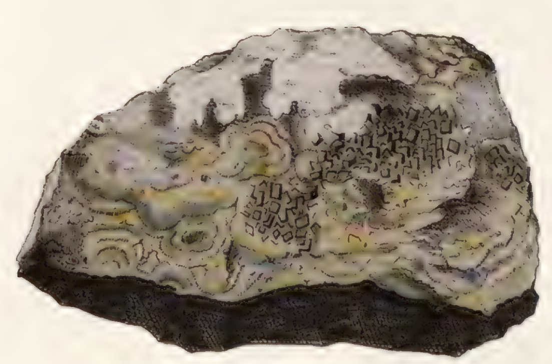
Eisenerze und verwandte Minerale.

Taf. XIX. Fig. 14—17, Taf. XX. und Taf. XXI., Fig. 1—10.

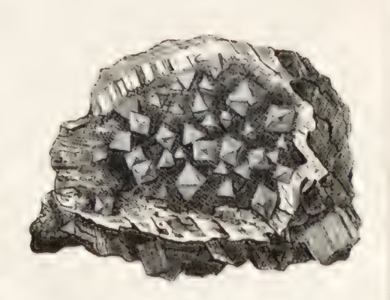
Das Eisen, unstreitig das für den Menschen nützlichste unter allen Metallen ist zugleich auch in unserer Erde am allgemeinsten verbreitet, denn es findet sich in Verbindungen nicht nur in allen Formationen, sondern auch in allen Hauptgebirgen und selbst in den ebenen Ländern der Erde. Zwar sind die Vorkommnisse nicht überall gleich erheblich, so daß sie die Gewinnung gestatten, dennoch fehlt es nirgends gänzlich, wie dies die Farben der Gesteine und des Bodens, zuweilen auch der Gehalt der Mineralquellen beweisen. In der That, wo schwarz, braun oder rot gefärbte Gesteine, rot oder schmutzig gelb gefärbter Boden vorkommt, oder wo eine Quelle ochergelben Schlamm absetzt, läßt sich mit Sicherheit auf einen Eisengehalt derselben schließen



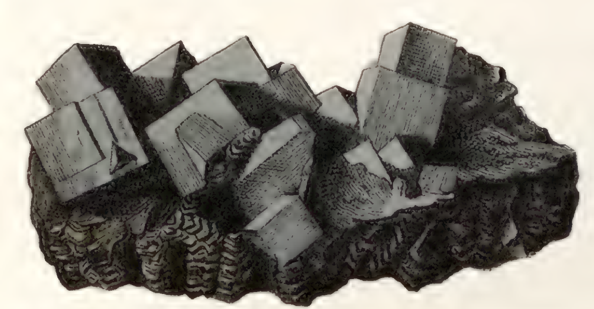
1 Schwefelnickel auf Hornstein von Johanngeorgenstadt.



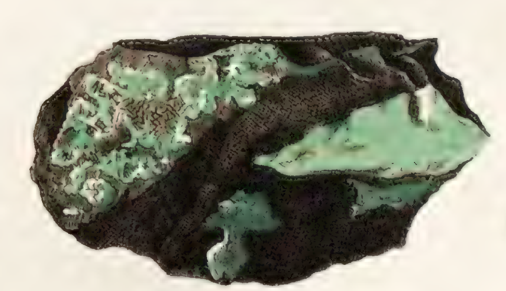
2. Nickelin von Riechelsdorf in Hessen.



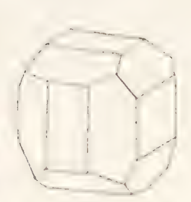
5. Schwefelkobaltkrystalle von Müsen.



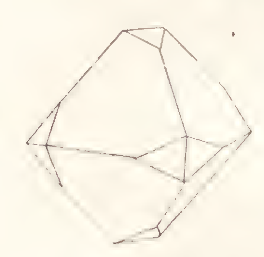
3. Chloanthitkrystalle auf derbem von Schneeberg in Sachsen.

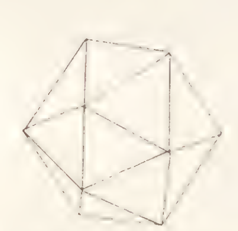


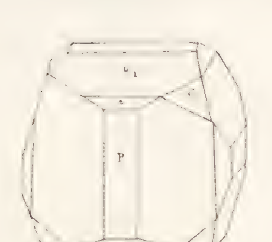
4. Annabergit auf Chloanthit.



6. Kobaltinkrystall.

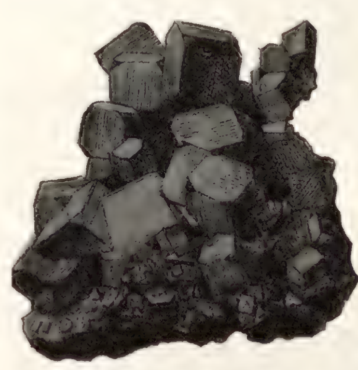






7, 8. und 9. Kobaltinkrystalle.

10. Smaltitkrystall.



11. Smaltit von Schneeberg in Sachsen.



12. Erythrin auf Hornstein von Schneeberg in Sachsen.

13. Erythrin-krystall.



14. Meteorstein von Stannern in Mähren.



15. Meteorstein von Aigle in der Normandie.



16. Meteoreisen aus Chile.



17. Meteoreisen aus Mexiko.

und so kommt es denn auch, daß die Asche der meisten Gewächse, die festen und flüssigen Teile der meisten Tiere, namentlich aber das rote Blut und Fleisch derselben in der Regel Eisengehalt zeigen.

Das Eisen findet sich nur äußerst selten als solches gediegen und ist fast immer meteorischen Ursprungs, sog. Meteoreisen, während es in der Erde meist in Verbindung mit Sauerstoff oder Schwefel und in der ersteren, als Oxydul FeO oder Oxyd Fe_2O_3 mit Säuren, wie Kiesel-, Kohlen-, Schwefel-, Phosphorsäure u. a. verbunden ist. Da man gewöhnlich aus den Sauerstoffverbindungen das Eisen gewinnt, so heißen solche, welche zu diesem Zwecke dienen, Eisenerze. Diese geben meist bei der Behandlung vor dem Lötrohre in der Reduktionsflamme eine schwarze, dem Magnete folgsame Schlacke, welche mit Borax geschmolzen eine gelbe, nach dem Erkalten oliven-, gras- oder bouteillengrüne Perle liefert. Bei Lösung in Säuren ist die Flüssigkeit grünlich oder gelb und gibt bei Zusatz von Cyaneisenkalium einen blauen, bei Zusatz von Galläpfeltinktur einen schwarzen Niederschlag.

Meteoreisen und Meteorsteine (Fig. 14—17).

Nachdem es auf unzweifelhafte Weise festgestellt war, daß auf der Erdoberfläche gefundene Eisenmassen, und an gewisse Gesteinsarten erinnernde Gesteinsmassen, welche Eisen eingewachsen enthalten, aus dem Weltraume auf unsere Erde herabfallen, nannte man dieses Eisen meteorisches oder Meteoreisen. Im Gegensatz zu diesem gibt es auch tellurisches Eisen, von tellus, Erde, welches aber äußerst selten vorkommt, wie z. B. Blättchen im Platinsande am Ural, im Glimmerschiefer in den vereinigten Staaten, mit Pyrit im unteren Keuper bei Mühlhausen in Thüringen, Körner in einem sogenannten versteinerten Baume auf einer Floßinsel im Ralanger See in Smaland, kleine Stückchen in Mergel von Chotzen im Chrudimer Kreise in Böhmen und andere Vorkommnisse.

Die großen losen Eisenmassen von 500, 200 und 90 Zentner Schwere und kleinere, welche 1870 bei Ovifak auf der Insel Disko in Grönland am Fuße eines Basaltrückens und selbst im Basalt gefunden wurden, anfänglich für meteorisches Eisen gehalten, sollen tellurischen Ursprunges sein.

Von diesen abgesehen, ist das Meteoreisen hier anzuführen, wenn es auch nicht in das Mineralreich gehört, weil die Meteoriten, wie man die Meteorsteine ohne und mit Eisen und die Eisenmassen zusammen zu benennen pflegt, eine höchst interessante Erscheinung sind und uns den faktischen Beweis liefern, daß die Beschaffenheit anderer planetarischer Körper der unserer Erde verwandt ist.

Die Meteoriten werden für planetarische Massen gehalten, welche sich im Weltraume bewegen, ähnlich den vielen kleinen Planeten, und zeitweise zufällig auf unsere Erde herabfallen. Bei dem Herabfallen werden eigentümliche Feuererscheinungen, verbunden mit starkem Geräusch, donnerartigem Getöse oder Knallen wahrgenommen, die Massen fallen mit großer Geschwindigkeit, durch dadurch erzeugte Hitze an der Oberfläche angeschmolzen herab, dabei oft in Stücke zerspringend und werden so an verschiedenen Orten gefunden.

Das Meteoreisen bildet krystallinisch-körnige Massen von oft bedeutender Größe, oder zackige, poröse und zellige, verwachsen mit Olivin (Fig. 16), oder findet sich eingesprengt in den Meteorsteinen, Körnchen und Blättchen bildend, ist hexaedrisch spaltbar, hat hakigen bis feinkörnigen Bruch, ist schwarz (eisenschwarz) bis grau (stahlgrau), metallisch glänzend, undurchsichtig, geschmeidig und dehnbar, hat H. = 4,5 u. sp. G. = 7,0—7,8 und ist sehr stark magnetisch. Vor dem Lötrohre ist es unschmelzbar, in Salz- oder Salpetersäure leicht löslich und rostet an feuchter Luft. Es ist als Eisen gewöhnlich mit Nickel legiert, dessen Menge verschieden ist, bis 20 Proz., auch zum Teil kohlenhaltig. Meist enthält es etwas Phosphornickeleisen in Gestalt kleiner krystallinischer Blättchen und Flittern eingewachsen. Die krystallinische Bildung läßt sich meist durch Aetzen polierter Schnittflächen vermittelst verdünnter Salpetersäure erkennen, wodurch zum Teil regelmäßige Zeichnungen auf der Oberfläche sichtbar werden (die Widmannstetten'schen Figuren, (Fig. 17), welche oft als ein Kennzeichen des meteorischen Eisens angesehen werden. Unter den zahlreichen Meteoreisenmassen sind anzuführen das zellige mit Olivin gemengte 800 Kilo schwere von Krasnojarsk in Sibirien, das 1500 Kilo schwere vom Red-River in Louisiana in Nordamerika, das 8500 Kilo schwere vom Flusse Bendego in Brasilien, das 15000 Kilo schwere aus der Provinz Tucuman in Peru, das 36 Kilo schwere von Hraschina in Kroatien, das 95,5 Kilo schwere von Elbogen in Böhmen, das von Braunau in Böhmen, das von Seeläsgen in Brandenburg, von Lenarto in Ungarn und vielen anderen Arten.

Die Meteorsteine, in welchen meist Meteoreisen mehr oder minder reichlich eingesprengt enthalten ist, sind feinkörnige bis fast dichte Gemenge von Silikaten, wie von Olivin, Augit, Enstatit, Labradorit, Anorthit u. a. und haben eine gewisse Ähnlichkeit mit doleritischen Gesteinen unserer Erde. Ihr Herabfallen auf die Erde wurde vielfach beobachtet und zahlreiche Fundorte sind bekannt. Fig. 14, Taf. XIX. stellt einen solchen bei Stannern in Mähren am 22. Mai 1808 gefallenen Meteorstein dar, der mit mehr als 100 anderen zu gleicher Zeit herabfiel. Fig. 15 stellt ein angeschliffenes Bruchstück eines ähnlichen bei Aigle in Frankreich gefallenen Stückes dar, woselbst eine große Anzahl herabfielen. Fig. 16 zeigt ein abgeschnittenes Stück Meteoreisen mit vielen eingewachsenen rundlichen, mehr oder minder zersetzten Olivinkörnern, welches in Chile gefunden wurde; Fig. 17 stellt ein Stück Meteoreisen aus Mexiko dar, welches angeschliffen und geätzt die Widmannstetten'schen Figuren zeigt.

Das Meteoreisen wurde sonst zu allerlei Werkzeugen verarbeitet, wird aber jetzt, wie die Meteorsteine als wissenschaftlicher Gegenstand in mineralogischen Sammlungen aufbewahrt. Die vollständigste Sammlung solcher Meteoriten befindet sich in dem k. k. naturhistorischen Hofmuseum in Wien, sowie überhaupt gegenwärtig auch andere Sammlungen Repräsentanten vieler Fundorte enthalten, wie die Sammlungen in London, Paris, Berlin, Tübingen u. a. m.

Schwefeleisen.

Taf. XX. Fig. 1—12.

Das Eisen in Verbindung mit Schwefel bildet drei Mineralspezies, als Einfach-Schwefeleisen FeS den Magneteisenkies und als Zweifach-Schwefeleisen FeS_2 den Pyrit und Markasit.

Magneteisenkies, Magnetkies, Pyrrhotin.

Dieser ist weit seltener als die beiden anderen genannten Arten und findet sich gewöhnlich derb und eingesprengt, körnig, bisweilen schalig abgesondert bis dicht, bildet selten deutliche Krystalle (Fig. 1), welche aufgewachsen, wie die auf Silber von Kongsberg in Norwegen (s. Fig. 1, Taf. XVI.) durch die Kombination der Basisflächen mit dem hexagonalen Prisma kurzprismatische bis tafelartige sind, (wie bei Antonio Pereira in Minas Geraes in Brasilien und Andreasberg am Harz). Sie sind unvollkommen prismatisch spaltbar, während bei derben Massen schalige Absonderung nach den Basisflächen beobachtet wird. Der Bruch ist muschlig bis uneben, wie man dies deutlich an den derben Massen von Bodenmais in Bayern, aus Canada, Californien, Massachusetts u. a. a. O. sehen kann. Frisch angeschlagen ist er rötlichspeisgelb, zwischen speisgelb und kupferrot, während er meist tombakbraun angelaufen ist; er ist metallisch glänzend, undurchsichtig, hat graulichschwarzen Strich, ist spröde, hat die H. = 3,5—4,5 und das sp. G. = 4,5—4,6. Er ist meist magnetisch, daher Magneteisenkies oder kürzer Magnetkies genannt, bisweilen

polarisch. Als FeS enthält er 63,6 Eisen und 36,4 Schwefel, doch haben in Folge von Beimengung von Pyrit die Analysen gewöhnlich einen wechselnden Ueberschuß von Schwefel ergeben, weshalb man seine Zusammensetzung auch durch $Fe_n S_{n+1}$ ausdrückt. Der in Meteoriten vorkommende ist rein und man nannte ihn als eigene Spezies Troilit. Er ist in Salzsäure auflöslich, Schwefelwasserstoffgas entwickelnd und Schwefel abscheidend; im Kolben erhitzt entwickelt er schweflige Säure, kein Sublimat von Schwefel; vor dem Lötrohre auf Kohle ist er zu graulichschwarzem magnetischem Korne schmelzbar.

Bei reichlichem Vorkommen wird er zur Darstellung von Eisenvitriol und Schwefel benützt, nickelhaltiger auch zur Gewinnung von Nickel.

Pyrit, Schwefelkies, Eisenkies zum Teil, Gelbeisenkies (Fig. 2—8).

Dieser ist unter den drei Verbindungen des Eisens mit Schwefel das am häufigsten vorkommende Mineral, krystallisiert regulär und findet sich sehr häufig krystallisiert, auf- und eingewachsene Krystalle bildend. Dieselben sind sehr häufig Hexaeder, (Fig. 7) meist gestreift parallel den Kanten, Dyakishexaeder (Fig. 2), Kombination des Hexaeders mit einem Dyakishexaeder (Fig. 3), Trapezikositetraeder (Fig. 4), Oktaeder (Fig. 5), diese reihenförmig gruppiert (Fig. 6) oder bilden mannigfache Kombinationen der genannten Gestalten untereinander u. a. m. Oft bilden die Krystalle kuglige Gruppen. Außer in deutlichen Krystallen und Aggregaten findet er sich derb, mit krystallinischkörniger Absonderung, in kugligen, nierenförmigen und knolligen Massen, eingesprengt, als Überzug, bisweilen als Versteinerungsmittel von Organismen, wie Ammoniten (Fig. 8 aus dem Liasschiefer von Boll in Württemberg), Terebrateln u. a. Er ist unvollkommen spaltbar parallel dem Hexaeder, hat muschligen bis unebenen Bruch, ist speisgelb gefärbt, oft goldgelb oder rötlich angelaufen, auch braun und bunt und Krystalle zeigen oft eine braune Rinde durch Umwandlung in Eisenoxydhydrat, die so weit vorgeschritten vorkommt, daß Pseudomorphosen von Brauneisenerz nach Pyrit entstanden. Der Strich ist bräunlichschwarz. Er ist spröde, hat H. = 6,0—6,5, so daß er am Stahle Funken giebt und selbst früher als Feuerstein benützt wurde. Sein sp. G. ist = 5,0—5,2. Als Zweifachschwefeleisen FeS_2 enthält er 46,7 Eisen und 53,3 Schwefel. Er ist in Salpetersäure auflöslich, Schwefel abscheidend, gibt im Kolben erhitzt schweflige Säure und Schwefel ab, schmilzt vor dem Lötrohre ziemlich leicht zu einem schwarzen magnetischen Korne. Er verwittert durch Abgabe von Schwefel und Aufnahme von Sauerstoff und Wasser, in Brauneisenerz sich umwandelnd, vitriolesciert auch, d. h. nimmt Sauerstoff und Wasser auf und verwandelt sich allmählich in Eisenvitriol, wobei er zerfällt.

Er findet sich sehr häufig, in den verschiedensten Gesteinsarten eingewachsene Krystalle bildend, oder in Gängen und auf Lagern. Schöne Krystalle finden sich z. B. bei Traversella in Piemont, auf Elba, bei Wittichen im Schwarzwalde, in der Schweiz, in England, Norwegen, Schweden u. s. w. Bisweilen enthält er Silber, wie in Ungarn, Gold wie der am Ural und in den Alpen. Wo er reichlich vorkommt, wird er besonders zur Darstellung von Schwefel und Schwefelsäure (daher Schwefelkies genannt), Eisenvitriol, Kalkothor oder Englisch-Rot (Eisenoxyd) u. s. w. auch als Zuschlag beim Rösten mancher Silbererze gebraucht.

Markasit, Vitriolkies, Strahlkies, Graueisenkies (Fig. 9—12).

Dieses in der Zusammensetzung mit dem Pyrit übereinstimmende Mineral FeS_2 wie jener darstellend, krystallisiert rhombisch, wonach das Zweifach-Schwefeleisen FeS_2 dimorph ist, findet sich aber nicht so häufig wie der Pyrit und läßt sich außer der Form durch die Farbe und das sp. G. unterscheiden. Die Krystalle sind sehr verschiedenartige, zum Teil prismatische durch ein Prisma von 106°5′, kombiniert mit einem stumpfen Längsdoma und den Basisflächen (Fig. 10), zum Teil an das Oktaeder errinnernde Kombinationen (Fig. 12) eines Quer- und Längsdoma, an welcher noch untergeordnet das Prisma, die Basisflächen und das stumpfe Längsdoma vorkommen, tafelartige durch die Basisflächen, zu reihenförmigen Gruppen angehäuft (Fig. 9), zwillingsartige Verwachsungen (Fig. 11) stumpf domatischer Krystalle (der sog. Speerkies) u. a. m. Außer Krystallen findet man oft kuglige, knollige und nierenförmige Aggregate mit radialstengliger, strahliger bis fasriger Absonderung (der sog. Strahl- und Leberkies). Er ist graulich speisgelb, mehr grau als gelb, (daher Graueisenkies gegenüber dem Pyrit genannt, welcher mehr ins Gelbe fällt und deshalb als Gelbeisenkies unterschieden wurde) metallisch glänzend, undurchsichtig, hat dunkel grünlichgrauen Strich, H. = 6,0—6,5 und sp. G. = 4,6—4,9. Das Verhalten gegen Säuren und vor dem Lötrohre ist das des Pyrit. Er erleidet ähnliche Veränderungen wie der Pyrit, pflegt aber öfter zu vitriolescieren, d. h. durch die Zersetzung Eisenvitriole zu bilden, daher auch Vitriolkies genannt, wandelt sich aber auch in Brauneisenerz um.

Er findet sich hauptsächlich in Gängen und in sedimentären, Kohlen führenden Formationen, in Schieferthonen und Thonschiefern, welche durch die Verwitterung des Markasit Vitriole und Alaune liefern, daher Alaun- und Vitriolschiefer genannt werden. Manche Markasite sind arsenhaltig und zeichnen sich gewöhnlich durch hellere, blässere Farbe aus.

Eisenerze.

Taf. XX. Fig. 13—23, Tafel XXI. 1—4.

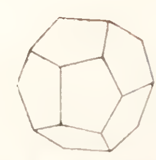
Als Eisenerze im engeren Sinne des Wortes gegenüber den überhaupt Eisen enthaltenden Mineralen, wie den Verbindungen des Eisens mit Schwefel, werden diejenigen Minerale unterschieden, welche Verbindungen des Eisens mit Sauerstoff sind oder solche als wesentlichen Anteil enthalten. Die drei vorzüglichsten Eisenerze sind das Magneteisenerz, das Roteisenerz und das Brauneisenerz.

Magneteisenerz, Magnetit (Fig. 13—16).

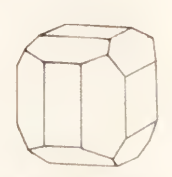
Dieses krystallisiert regulär, die Krystalle sind meist Oktaeder, eingewachsen und zum Teil aufgewachsen, bisweilen zu Zwillingen verwachsen (Fig. 13), durch vorherrschende Ausbildung von zwei parallelen Oktaederflächen tafelartig (Fig. 14) von rhomboedrischem Aussehen. Die Oktaeder finden sich auch kombiniert mit dem Rhombendodekaeder, welches die Kanten gerade abstumpft und mit dem Hexaeder, welches die Ecken gerade abstumpft (Fig. 15), außerdem finden sich auch Rhombendodekaeder (Fig. 16) wie bei Traversella in Piemont. Undeutlich ausgebildete Krystalle stellen Krystallkörner dar und solche sind zu körnigen Aggregaten verwachsen, derbe Massen bildend, welche, wenn die Körner sehr klein sind, in dichte Massen übergehen. Die Krystalle sind mehr oder minder deutlich spaltbar parallel den Oktaederflächen, der Bruch ist muschlig bis uneben. Das Magneteisenerz ist eisenschwarz, metallisch glänzend, bisweilen unvollkommen, undurchsichtig, hat schwarzen Strich, H. = 5,5—6,5 und sp. G. = 4,9—5,2. Es ist immer stark magnetisch, daher es Magneteisenerz heißt, oft polarisch (die natürlichen Magnete). Chemisch ist es eine Verbindung des Eisenoxydul mit Eisenoxyd nach der Formel $FeO.Fe_2O_3$ mit 31,0 Proz. Eisenoxydul und 69,0 Eisenoxyd oder mit 72,4 Proz. Eisen und 27,6 Sauerstoff. Bisweilen enthält es etwas Titansäure TiO_2, welche in Verbindung mit FeO als $FeO.TiO_2$ einen Teil des Eisenoxydes ersetzt. Vor dem Lötrohre ist es fast unschmelzbar, zeigt mit Borax und Phosphorsalz geschmolzen sehr starke Eisenreaktion, indem das entstehende Glas in der Oxydationsflamme dunkelrot ist, beim Erkalten gelb



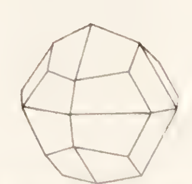
1. Magneteisenkies von Kongsberg.



2. Pyritkrystall von Traversella in Piemont.



3. von Herrensegen im Schwarzwald.



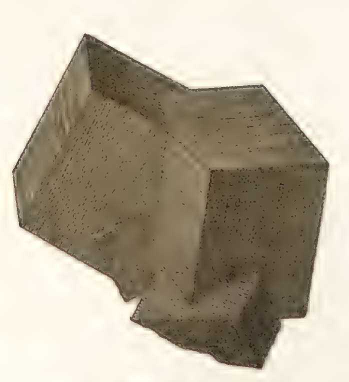
4. von Traversella.



5. Pyritkrystall vom Harz.



6. Pyritkrystallgruppe von Schneeberg in Sachsen.



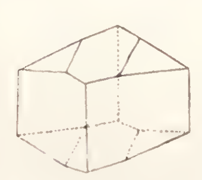
7. Pyritkrystalle von Tavistock in England.

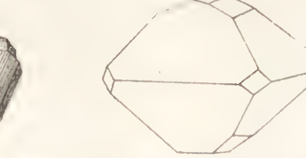


8. in Pyrit versteinerter Ammonites Amaltheus.

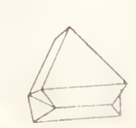


9. Markasitkrystallgruppe aus Sachsen.

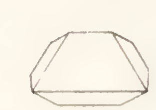




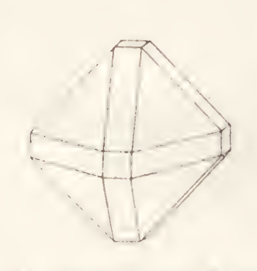
10, 11. und 12. Markasitkrystalle.



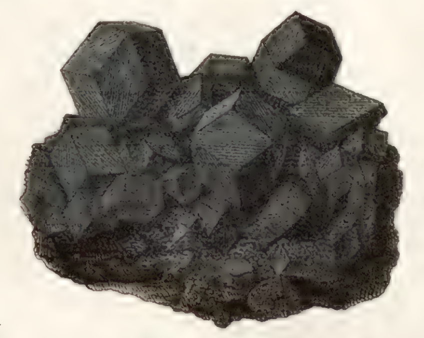
13. Magneteisenerz-zwilling.



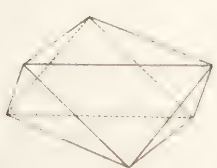
14. Magneteisenerz-oktaeder.

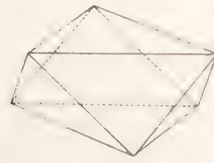


15. Magneteisenerzkrystall von Traversella.



16. Magneteisenerzkrystalle von Traversella in Piemont.





17. 18. Eisenglanzkrystalle.





19. Eisenglanzkrystall vom St. Gotthard.



20. Eisenrose vom St. Gotthard.



21. Blutstein vom Schwarzenberg in Sachsen.



22. Nadeleisenerz aus Cornwall in England.



23. Xanthosiderit von Ilmenau in Thüringen.

wird, in der Reduktionsflamme dagegen oliven- bis berggrün, wie dunkles Bouteillenglas.

Das Magneteisenerz ist eines der geschätztesten Eisenerze, welches überall, wo es in größerer Menge vorkommt, zur Gewinnung des Eisens benützt wird, das beste Stab- und Stahleisen liefert. Es findet sich, mächtige Lager und Stöcke bildend, besonders im Norden der Erde, wie in Norwegen, Schweden, Lappland, Sibirien und Nordamerika; häufig findet es sich in verschiedenen Gesteinsarten, wie in Chloritschiefer, Kalkschiefer, Marmor, Granit, Syenit, Serpentin, Basalt, Dolerit u. a. eingewachsen, Krystalle, Körner, derbe Massen bildend oder eingesprengt; als Magneteisensand sekundär im Sande von Flüssen und an Meeresufern oder im aufgeschwemmten Lande.

Roteisenerz, Hämatit, Eisenglanz, Glanzeisenerz, Eisenglimmer, Eisenoxyd (Fig. 17—21.)

Dieses Eisenerz, das Eisenoxyd für sich darstellend, ist in seinem Vorkommen und Aussehen weit mannigfaltiger als das Magneteisenerz. Es findet sich krystallisiert (Eisenglanz) und zwar hexagonal rhomboedrisch. Die Grundgestalt ist ein dem Hexaeder ähnliches Rhomboeder, dessen Endkanten 86° betragen. Dasselbe findet sich kombiniert mit den Basisflächen (Fig. 17), tafelartige Krystalle mit abwechselnd schräg gestellten Randflächen bildend; an anderen (Fig. 19 vom St. Gotthard) kommen auch zugeschärfte Ränder vor, durch die Verbindung der Basisflächen mit einer hexagonalen Pyramide, welche andererseits mit der Grundgestalt und den Basisflächen (Fig. 18 von der Insel Elba) und noch anderen Gestalten kombiniert ist. Die einfachsten Tafeln (Fig. 20) wie sie am St. Gotthard die sogenannten Eisenrosen durch Gruppierung bilden, haben gerade Randflächen durch ein hexagonales Prisma. Ueberhaupt finden sich sehr verschiedene Kombinationen, die Krystalle sind meist aufgewachsen und einzeln oder gruppiert. Oft finden sich derbe Massen mit blättriger bis schuppiger, körniger und stengliger bis fasriger Absonderung, von denen namentlich die körnigen bei Abnahme der Größe der einzelnen Individuen bis in dichte Massen überführen. Die lamellaren Aggregate bilden auch schiefrige Massen, Eisenglimmerschiefer, weil die lamellaren Krystalle in der Form an Glimmer erinnernd, auch Eisenglimmer genannt werden. Als solcher findet sich der Hämatit in verschiedenen Gesteinsarten eingewachsen, während sehr feine Schüppchen als Ueberzüge oder Anflüge vorkommen und Eisenrahm genannt wurden. Der fasrige bildet radialfasrige verwachsene, kuglige Gestalten (der rote Glaskopf, Blutstein, Fig. 21). Endlich findet er sich auch erdig (der rote Eisenocher, Rötel), wobei er gewöhnlich nicht ganz rein, sondern mit Thon gemengt ist. Der Hämatit, welcher deutlich krystallisiert ist, hat unvollkommene Spaltbarkeit parallel der Grundgestalt und parallel den Basisflächen, ist eisenschwarz bis dunkel stahlgrau, metallisch glänzend, undurchsichtig und hat dunkelroten Strich; als solcher heißt er Eisenglanz oder Glanzeisenerz; der lamellare hat dasselbe Aussehen, jedoch sind sehr feine Lamellen blutrot durchscheinend und auch äußerlich rot. Bei dem krystallinisch-körnigen bis dichten wird die Farbe rötlichgrau bis blutrot, desgleichen bei dem fasrigen und der Strich ist blutrot, der Glanz auch nur halbmetallisch. Der erdige ist blutrot und matt. H. = 5,5—6,5, sp. G. = 5,1—5,2.

Er ist Eisenoxyd, Fe_2O_3 mit 70 Proz. Eisen und 30 Sauerstoff; enthält bisweilen etwas Titansäure, die in Verbindung mit Eisenoxydul als $FeO.TiO_2$ geringe Mengen des Eisenoxydes ersetzt, wie in den sog. Eisenrosen, welche deshalb auch vom Hämatit getrennt und Basanomelan genannt wurden, da ihr Strichpulver nur rötlichschwarz bis schwarz ist. Er ist vor dem Lötrohre unschmelzbar und wird in der Reduktionsflamme magnetisch; mit Borax und Phosphorsalz verhält er sich wie der Magnetit, starke Eisenreaktion zeigend; als Pulver ist er in Säuren auflöslich, besonders bei längerem Kochen.

Der Hämatit ist sehr häufig anzutreffen, die derben Massen gehören zu den besten Eisenerzen und werden überall, wo sie in größerer Menge vorkommen, wie in Steiermark, Kärnthen, Schlesien, Böhmen, Sachsen, am Harz u. a. a. O. auf Eisen verschmolzen. Der fasrige Blutstein dient zum Polieren und Zeichnen auf Stein, fein gepulvert auch als Schleifmittel, der Rötel zur Anfertigung roter Schreibstifte und als gemeine Malerfarbe.

Zum Hämatit gehört auch der in Oktaederform krystallisierte Martit, welcher im Eisenglimmerschiefer in Brasilien vorkommt, Pseudomorphosen des Hämatit nach Magnetit bildet und bei schwarzer Farbe roten Strich hat.

Brauneisenerz, Eisenoxydhydrat, Limonit und Pyrrhosiderit.

(Taf. XX. Fig. 22 und 23. Taf. XXI. Fig. 1—4.)

Das Eisenoxyd in Verbindung mit Wasser, die Eisenoxydhydrate, bilden mehrere Spezies, von denen die zwei gewöhnlichsten der Limonit und der Pyrrhosiderit sind, welche sich oft in ihren Vorkommnissen kaum von einander unterscheiden lassen.

Der Pyrrhosiderit (Nadeleisenerz, Lepidokrokit, Göthit, Rubinglimmer, Stilpnosiderit, Brauneisenerz zum Teil) ist das Eisenoxydhydrat nach der Formel $H_2O.Fe_2O_3$ mit 89,9 Proz. Eisenoxyd und 10,1 Wasser, oft etwas Manganoxyd enthaltend. Er findet sich, wie in Cornwall, bisweilen deutlich krystallisiert (Fig. 22), rhombisch prismatisch mit pyramidaler Zuspitzung, gewöhnlich nur nadelförmig (Nadeleisenerz) bis fasrig, feine büschelförmige Aggregate bildend, oder in kugligen, traubigen, nierenförmigen, cylindrischen u. a. stalaktitischen Gestalten (Fig. 1, Taf. XXI.), welche radialfasrig zusammengesetzt sind (Fig. 23, Tafel XX.), als solche zum Teil zum Limonit gerechnet werden (der braune Glaskopf). Bisweilen sind die kleinen Krystalle auch tafelartig (Göthit, Rubinglimmer, weil sie rot durchscheinend sind), bis feinschuppig und dann zu kugligen Massen verwachsen, welche beim Zerschlagen radialfasrig erscheinen, die Fasern aus reihenförmig verwachsenen Schüppchen gebildet zeigen (der Lepidokrokit). Endlich findet er sich auch dicht mit muschligem, wachsartig glänzendem Bruche.

Nach der Ausbildung und in der Größe der gewöhnlich nur kleinen Individuen wechselnd, wechselt auch die Farbe, er ist gelblichbraun bis pechschwarz, rötlichgelb, rötlichbraun bis bräunlichrot, diamant- bis wachsartig, der fasrige auch seidenartig glänzend, durchscheinend (der Göthit) bis undurchsichtig, hat gelblichbraunen Strich, H. = 4,5 bis 5,5 und sp. G. = 3,8—4,2. Vor dem Lötrohre ist er sehr schwer schmelzbar, in der Oxydationsflamme wird er bräunlichrot, in der Reduktionsflamme schwarz und magnetisch, sich nach Verlust des Wassers wie Eisenoxyd verhaltend; im Kolben erhitzt gibt er deutlich Wasser ab. In Säuren ist er auflöslich.

Er ist nicht selten, findet sich aber gewöhnlich nur spärlich, auf Klüften, in Höhlungen und Drusenräumen krystallisiert, oft als Einschluß in Quarz, (der Onegit von der Wolfsinsel im Onegasee im russischen Gouvernement Olonez) ähnlich auch bei Dürrkunzendorf in Schlesien, bei Oberstein im Nahethal, fein und kurzfasrig, als Ueberzug (die sog. Sammtblende oder das Sammteisenerz von Przibram in Böhmen), häufig stalaktitisch, bisweilen dicht. Der letztere zum Teil pseudomorph nach Pyrit, Markasit und Siderit.

Das als Xanthosiderit (Fig. 23. Taf. XX.) getrennte Mineral von Ilmenau in Thüringen, wegen seiner Farbe Gelbeisenstein genannt, wurde als ein Hydrat der Formel $2H_2O.Fe_2O_3$ betrachtet und wird für eine Umwandlung des Pyrrhosiderit gehalten oder für eine Pseudomorphose nach Pyrolusit.

Der **Limonit** (Brauneisenerz, Brauneisenstein, Bohnerz, Stilpnosiderit zum Teil) welcher nach der Formel $3 H_2 O . 2 Fe_2 O_3$ mit 85,6 Proz. Eisenoxyd und 14,4 Wasser zusammengesetzt, zum Teil auch etwas Manganoxyd enthält, findet sich nicht krystallisiert, sondern höchstens nur krystallinisch-fasrig, wie der Pyrrhosiderit kuglige, nierenförmige, traubige, röhren- und zapfenförmige stalaktitische Gestalten bildend, von denen wohl die Mehrzahl zum Pyrrhosiderit gehören dürften, da nur die jedesmalige Analyse darüber entscheiden kann. Gewöhnlich ist er dicht bis erdig. Der dichte bildet derbe Massen, oft selbständige kuglige, elliptische, nierenförmige Gestalten, die zum Teil eine konzentrische schalige Absonderung zeigen, (die Eisennieren, **Fig. 2, Taf. XXI**). Da die Größe derselben sehr verschieden ist, solche bis 30 cm im Durchmesser gefunden werden und kleiner bis zu Stecknadelkopfgröße (**Fig. 4**) vorkommen, so hat man die kleinen, die etwa in Erbsengröße, auch größer und kleiner vorkommen, **Bohnenerz, Bohnerz** (**Fig. 3**) genannt. Der dichte in derben Massen vorkommende gewöhnlich Brauneisenerz oder Brauneisenstein genannte, geht allmählich in den erdigen (den braunen und gelben Eisenocher) über.

Der Limonit ist braun, einerseits bis bräunlichschwarz, andererseits bis ochergelb, matt oder nur wenig glänzend bis schimmernd, (der fasrige seidenartig), undurchsichtig, hat braunen bis ochergelben Strich, H. = 4,5 bis 5,5 und sp. G. = 3,4—4,0. Das Verhalten vor dem Lötrohre und gegen Säuren ist das des Pyrrhosiderit.

Die Vorkommnisse des Limonit, wenn sie reichlich genug sind, werden als Brauneisenerz auf Eisen verhüttet und wenn sie auch wegen des Wassergehaltes weniger Eisen ergeben als die Roteisenerze, so sind sie dessen ungeachtet gern gesehen. Oft sind sie thonhaltig, d. h. Thon erscheint als Beimengung, wie bei den sogenannten Bohnerzen, welche entweder in gelbem Eisenthon oder in Mergel oder kalkigem Thon eingewachsen, hauptsächlich in Spalten, Klüften oder in Mulden in der Juraformation auftreten, wie in Württemberg, Baden und in der Schweiz. Auch diese werden zur Gewinnung des Eisens benützt, wenn gleich sie nur 20 bis einige 30 Proz. Eisen liefern, weil sie leicht zu gewinnen sind und auch bei dem Schmelzprozesse keine Schwierigkeiten bereiten.

Außer diesen thonigen Brauneisenerzen, welche auch **Thoneisensteine** heißen, **braune** und **gelbe** im Gegensatze zu den **roten** Thoneisensteinen, ähnlichen Gemengen von Thon und Roteisenerz, sind noch die als **Wiesenerz, Sumpferz** oder **Raseneisenstein** benannten Vorkommnisse des Limonit zu erwähnen. Dieselben sind zunächst auch thonhaltig bis dicht, bilden als Absätze aus Wasser lagerartige Massen, enthalten dagegen als Beimengung verschiedene Verbindungen von phosphorsaurem Eisenoxydul oder Eisenoxyd, welche die ganzen Massen durchziehen und bei dem Verhütten der Eisenerze nicht geschieden werden können, daher auf die Beschaffenheit des daraus gewonnenen Eisens von Einfluß sind. Durch einen geringen Gehalt nämlich an Phosphor wird das Schmiedeeisen kaltbrüchig, das heißt, es zerspringt leicht in der Kälte oder läßt sich kalt schwierig biegen oder hämmern.

Die Wiesenerze, welche zum Teil mit den Torfbildungen zusammenhängen, auf dem Untergrunde von feuchten Wiesen, auf dem Grunde von Sümpfen, Torfseen, Morästen, überhaupt da vorkommen, wo eisenhaltige Wasser sich ansammeln und durch den Einfluß von Vegetabilien die Bildung von Eisenoxydhydrat befördert wird, sind dicht, meist löcherig, zellig, porös, wie zerfressen, zum Teil auch kuglig und unkrystallinisch-körnig, an die oolithische Bildung des Bohnerz erinnernd. Auf das Vorkommen beziehen sich die Namen **Wiesen-, Sumpf-, Morast-Erz, Raseneisenerz, Eisensanderz** u. a.

Eisenspat, Siderit, Spateisenstein, kohlensaures Eisenoxydul.

Bei dem häufigen Vorkommen der im Vorangehenden genannten Eisenerze und bei der weiten Verbreitung des Eisens in Verbindung mit Sauerstoff oder Schwefel in zahlreichen Mineralen, kommen doch die Verbindungen von Säuren mit Eisenoxydul oder Oxyd selten in größerer Menge vor und unter diesen ist das wichtigste und am reichlichsten vorkommende Mineral der **Eisenspat** (**Fig. 5**). Dieser ist kohlensaures Eisenoxydul $Fe O . CO_2$, Eisencarbonat mit 62,1 Eisenoxydul und 37,9 Kohlensäure und wird wegen seiner Verwendung zur Darstellung von Eisen und Stahl auch noch zu den Eisenerzen gerechnet, wenn man so überhaupt alle Minerale benennen will, aus denen Eisen im Großen gewonnen wird. Im Uebrigen ist der Eisenspat dem Kalkspat in vieler Beziehung verwandt, wie auch die Formel bezüglich der analogen Zusammensetzung zeigt. Er krystallisiert wie Kalkspat, ist isomorph mit ihm, nur ist das als Grundgestalt gewählte Rhomboeder ein wenig stumpfer, indem es den Endkantenwinkel = 107° hat. Die Krystalle sind im allgemeinen ziemlich einfach, meist zeigen sie jenes Rhomboeder allein, (**Fig. 5, Taf. XXI.**), auch ein stumpferes Rhomboeder, selten Skalenoeder, Prismen und Basisflächen; die Krystalle sind gewöhnlich in Drusenräumen, auf Kluftflächen, in Gängen u. s. w. aufgewachsene. Vorwaltend findet sich der Eisenspat krystallinisch-körnig, zum Teil dabei drusig-körnig, mächtige lagerartige Massen bildend, die in der Größe des Kornes wechseln, analog den Vorkommnissen des Marmor bei Kalkspat, groß-, grob-, klein- bis feinkörnige sind und durch die vollkommene Spaltbarkeit parallel den Flächen der Grundgestalt, auf den Bruchflächen der Stücke diese Spaltungsflächen besonders deutlich zeigen. Bisweilen ist der Eisenspat auch krystallinisch-fasrig bis dünnstenglig, dabei kuglige, knollige, nierenförmige stalaktitische Gestalten bildend (der sog. **Sphärosiderit**). Dicht, analog den Kalksteinen, findet sich der Eisenspat eigentlich nicht, sondern nur als ein den Mergeln entsprechendes Gemenge von Eisenspat (Siderit) mit Thon, als **thoniger Siderit**, ähnlich den Thoneisensteinen, in den Thonen der Steinkohlenformation oft beträchtliche Ablagerungen bildend, welche auf Eisen benützt werden und nicht selten Fische, Saurier und Pflanzenüberreste einschließen. Ein ähnliches Eisenerz ist der **Kohleneisenstein** (black-band der Engländer), welcher in Schottland, England, Westphalen, im Banat u. a. O. vorkommt und dickschiefrige, schwarze Massen von sp. G. = 2,2—2,9 bildet, einen thonigen Siderit gemengt mit Kohlenstoff darstellend.

Der Eisenspat ist gelblichgrau, graulichgelb und gelblichbraun, glas- bis perlmutterglänzend, durchscheinend bis an den Kanten (durch Verwitterung wird er dunkelbraun, rötlichbraun, bräunlichrot oder schwarz, undurchsichtig, schimmernd bis matt, bisweilen halbmetallisch glänzend); der Strich ist weiß bis gelblichweiß, H. = 3,5—4,5 und sp. G. = 3,7—3,9. In Säuren ist er mit Brausen auflöslich, rascher in erwärmten; vor dem Lötrohr ist er unschmelzbar, wird schwarz und magnetisch. Er verwittert durch Verlust an Kohlensäure und Umänderung des von der Kohlensäure getrennten Eisenoxydul in Eisenoxyd oder in Eisenoxydoxydul, und durch Aufnahme von Wasser, so daß meist Brauneisenerz als Endprodukt hervorgeht und so Pseudomorphosen desselben nach Eisenspat entstehen.

Schöne Krystalle liefern die Gruben von Neudorf am Harz, Altenberg und Ehrenfriedersdorf in Sachsen, Lobenstein im Voigtlande, Traversella in Piemont; derb findet sich derselbe bei Eisenerz in Steiermark, am Stahlberg in Nassau, bei Schmalkalden, bei Müsen in Westphahlen, Hüttenberg in Kärnthen u. a. O. Die reinen Vorkommnisse liefern hauptsächlich das für die Stahlfabrikation so geschätzte weiße Spiegeleisen. Die thonigen finden sich meist in der Nähe von Schwarzkohlenflötzen, der stalakti-



1. Stalaktitischer Pyrrhosiderit aus Brasilien.

2. Eisenniere aus Sachsen.

3. Bohnerz in Thon von Salmendingen in Württemberg.

4. Fein oolithischer Limonit von Wasseralfingen in Württemberg.

5. Eisenspat von Neudorf am Harz.

6. Sumpferz vom Onegasee in Rußland.

7. Vivianit.

8. Skorodit.

9. Pharmakosiderit auf Hornstein.

10. Melanterit (Fabrikprodukt).

11. Hausmannit.

12. u. 13. Braunitkrystalle.

14. u. 15. Manganitkrystalle.

16. Pyrolusitkrystall.

17. Pyrolusit von Ilmenau in Thüringen.

18. Psilomelan.

19. Rhodonit von Kapnik in Siebenbürgen.

tische Sphärosiderit hauptsächlich in Dolerit bei Steinheim unweit Hanau in Hessen.

Außer kohlensaurem Eisenoxydul enthält der Eisenspat oder Siderit immer noch mehr oder minder geringe Mengen anderer stellvertretender Carbonate, wie von Kalkerde, Magnesia, Manganoxydul und Zinkoxyd, durch deren Zunahme Uebergänge in andere isomorphe Spezies vermittelt werden, so geht der kalkhaltige über in den Ankerit Ca, Fe O . C O_2, der magnesiahaltige in den Mesitin Mg, Fe O . C O_2, der besonders schön bei Traversella in Piemont vorkommt, der manganhaltige in den Oligonit Fe, Mn O . C O_2, der z. B. bei Ehrenfriedersdorf in Sachsen vorkommt, der zinkhaltige in den Kapnit Fe, Zn O . C O_2, der sich am Altenberge bei Aachen findet.

Von anderen Verbindungen des Eisenoxydul oder Eisenoxydes mit Säuren sollen nur einige noch als Beispiele angegeben werden, obgleich deren zahlreiche als Spezies bekannt wurden. Ihr Vorkommen ist in der Regel ein beschränktes. Solche Arten sind:

Der Vivianit (Blaueisenerz, Blaueisenstein, Eisenblau, phosphorsaures Eisenoxydul mit Wasser), welcher kleine monokline prismatische (Fig. 7, Taf. XXI.) bis nadelförmige Krystalle bildet, an Gypskrystalle errinnernd und wie diese nach den Längsflächen vollkommen spaltbar, auch körnig-blättrig bis strahlig, kuglige oder nierenförmige Aggregate und Ausfüllungen bildend, oft erdig vorkommt, so als Ausfüllung, derb und eingesprengt oder als Anflug. Er ist indigoblau oder blaulichgrün, hat blaulichweißen Strich, welcher bald blau wird, was darauf beruht, daß das Mineral seine blaue Farbe durch die Berührung mit Luft erhalten hat, ursprünglich weiß oder farblos gewesen ist, wie auch bisweilen der erdige noch frisch als weiße Erde gefunden wird. Diese Farbenänderung hängt mit der Zusammensetzung zusammen, indem das Mineral ursprünglich und wesentlich wasserhaltiges phosphorsaures Eisenoxydul ist mit 8 H_2O auf 3 Fe O und 1 P_2O_5, durch den Einfluß der Luft aber eine Umänderung erleidet, wobei sich ein Teil des Oxyduls in Oxyd umwandelt und dadurch die Färbung eintritt oder umgekehrt die Färbung auf die Veränderung hinweist. Im Kolben giebt er Wasser, bläht sich auf und wird stellenweise grau und rot, in der Zange schmilzt er vor dem Lötrohre und färbt die Flamme blaulichgrün; auf Kohle brennt er sich rot und schmilzt zu einer grauen, glänzenden, metallischen Kugel. In Salz- oder Salpetersäure ist er leicht löslich, durch heiße Kalilauge wird er schwarz. Schöne Krystalle finden sich in Cornwall, bei Commentry und Cransac in Frankreich, Bodenmais und Amberg in Bayern, Starkenbach in Böhmen, Allentown in New-Jersey u. a. O. Der erdige ist nicht selten und findet sich oft in Torf, Braunkohle, Thon, Wiesenerz, im Ackerboden und selbst in Knochenresten u. dergl., entstehend durch Einwirkung der Phosphorsäure, welche aus organischen, namentlich animalischen Resten ausgeschieden wurde.

Der Kraurit (Grüneisenerz, Grüneisenstein, Dufrenit), viel seltener, kuglige, traubige, nierenförmige Aggregate mit radial-fasriger Absonderung und drusiger Oberfläche bildend, ist dunkel gelblich- bis bräunlichgrün, bis schwärzlichgrün, im Strich fast zeisiggrün, kantendurchscheinend bis undurchsichtig, schimmernd, hat H. = 3,5 bis 4,0 und sp. G. = 3,3—3,5. Er ist wasserhaltiges phosphorsaures Eisenoxyd, scheint aber auch ursprünglich Eisenoxydul enthalten zu haben. Er findet sich beispielsweise bei Hirschberg im Fürstentum Reuß, Bieber in Hessen, Johann-Georgenstadt in Sachsen, im Siegenschen, bei Limoges in Frankreich.

Der Kakoxen und Beraunit, die z. B. mit einander in Brauneisenerz bei St. Benigna im Kreise Braunau in Böhmen vorkommen, sind in der Zusammensetzung verwandt, aber braun bis bräunlichrot gefärbt.

Wie die Phosphorsäure findet sich die Arsensäure, nur seltener, in Verbindung mit Eisenoxyd und Wasser. Als Beispiele sind anzuführen:

der Skorobit, welcher rhombisch krystallisiert, meist pyramidal, wie der in Fig. 8 dargestellte Krystall nach einem Vorkommen von Schwarzenberg in Sachsen zeigt, auch bisweilen prismatisch, außerdem stenglig bis fasrig, erdig und dicht vorkommt. Er ist gelblich- bis bräunlichgrün, grünlichschwarz, indigoblau, wird rot und braun, wahrscheinlich durch Veränderung, ist glasglänzend, durchscheinend, wenig spröde, hat H. = 3,5—4,0 und sp. G. = 3,1—3,2. Er enthält 1 Molekul Fe_2O_3, 1 As_2O_5 und 4 H_2O.

Der Pharmakosiderit (Würfelerz), welcher regulär krystallisiert, gewöhnlich kleine aufgewachsene Hexaeder bildend (wie Fig. 9 ein Vorkommen von Schwarzenberg in Sachsen), im Äußeren dem vorigen ähnlich, mit H. = 2,5—3,0 und sp. G. = 2,9—3,0. Er enthält 4 Molekule Fe_2O_3, 3 As_2O_5 und 15 H_2O. Beide Minerale schmelzen vor dem Lötrohre auf Kohle zu grauer magnetischer Schlacke, Arsendämpfe entwickelnd und sind in Salzsäure löslich.

Der Pitticit (Eisensinter), welcher auch an diesem Fundorte u. a. vorkommt, ist amorph, braun, im muschligen Bruche wachsglänzend, spezifisch nicht genau bestimmt, weil in ihm Eisenoxyd mit Arsen- und Schwefelsäure mit Wasser in wechselnden Verhältnissen bis zum gänzlichen Fehlen der Schwefelsäure vorkommt.

Mit Schwefelsäure ist überhaupt das Eisenoxyd und Eisenoxydul oder sind beide Oxyde in verschiedenen Mineralen enthalten, von denen als wichtigstes

der Melanterit (Eisenvitriol, grüner Vitriol) hervorzuheben ist. Derselbe findet sich bisweilen als Mineral krystallisiert, doch sind seine nicht mineralischen Krystalle, die entweder durch Umkrystallisieren oder an dem fabrikmäßig dargestellten deutlich erhalten werden, zum Teil groß und schön zu bekommen. Sie sind monoklin, bilden als kurzprismatische die Kombination eines Prisma von 82° 22′ mit den Basisflächen, welche gegen die Prismenflächen unter 99° 20′ und 80° 40′ geneigt sind (Fig. 10), oder es zeigen sich an dieser Form verschiedene andere untergeordnet. Als Mineral findet er sich meist stalaktitisch, traubig, nierenförmig, als Ueberzug und Anflug, meist gebildet durch Verwitterung von Schwefelverbindungen des Eisens in Folge von Absatz aus wässrigen Lösungen. Er ist lauch- und berggrün (an der Oberfläche oft gelb beschlagen) durchscheinend bis durchsichtig, glasglänzend, hat H. = 2 und sp. G. = 1,8—1,9. Er enthält 1 Molekul Fe O, 1 SO_3 und 7 H_2O oder 25,9 Proz. Eisenoxydul, 28,8 Schwefelsäure und 45,3 Wasser, er ist in Wasser leicht löslich und hat einen herben zusammenziehenden, etwas süßlichen Geschmack. Im Kolben erhitzt wird er weiß, giebt Wasser ab und beim Glühen schweflige Säure. Vor dem Lötrohre auf Kohle schmelzbar hinterläßt er zuletzt rotes Eisenoxyd, welches in der Reduktionsflamme schwarz und magnetisch wird. Er verwittert an der Luft und zerfällt zu blaßgelbem Pulver. In Folge seiner Entstehung ist er oft kupferhaltig, wodurch er blaulich gefärbt erscheint. Er findet sich ziemlich häufig und wird (doch meist der nicht mineralische, im Großen dargestellte) zum Schwarzfärben, zur Bereitung von Tinte, Schwefelsäure u. s. w. benützt.

Ein interessantes Beispiel des Dimorphismus der Substanz des Melanterit ist der an der Windgelle im Kanton Uri in der Schweiz gefundene Tauriscit, welcher rhombisch wie Bittersalz krystallisiert.

Manganverbindungen, Manganerze (zum Teil).
(Fig. 11—19).

Das Mangan ist ein dem Eisen nahe verwandtes schwärzlichgraues, sprödes Metall, strengflüssig, feuerbeständig, nur

schwach magnetisch, hat sp. G. = 8,01, büßt an der Luft seinen Glanz ein und findet sich nicht als Metall für sich. Am häufigsten ist es mit Sauerstoff, selten mit Schwefel verbunden und einige der Verbindungen haben mit den entsprechenden Eisenverbindungen unter einander eine gewisse Aehnlichkeit. Alle geben, wenigstens nach dem Rösten mit Borax eine amethystfarbige Perle und mit Soda längere Zeit in der Spitze der Lötrohrflamme behandelt eine blaulichgrüne trübe Schlacke von mangansaurem Natron, welche in der Reduktionsflamme farblos wird. Die meisten der als Erze vorkommenden Sauerstoffverbindungen haben metallischen Glanz und sind im allgemeinen etwas leichter als die analogen Eisenverbindungen. Das Mangan als Metall fand bis jetzt keine Anwendung, verunreinigt aber manche Arten von Roheisen, ohne jedoch einen nachteiligen Einfluß auszuüben, dagegen dienen die verschiedenen Oxyde zur Darstellung violetter, brauner und schwarzer Schmelzfarben auf Glas und Porzellan, von Sauerstoffgas und Chlor, zum Entfärben des grünen Glases u. dergl.

Schwefelmangan, Manganblende und Hauerit.

Das Mangan bildet mit Schwefel zwei Verbindungen, MnS und MnS_2, von denen die erstere, Manganblende oder Alabandin genannt, regulär krystallisiert, Hexaeder und Oktaeder bildend, meist krystallinischkörnig, derb und eingesprengt vorkommt, wie bei Nagyag, Offenbanya und Kapnik in Siebenbürgen, Alabanda in Carien, Gersdorf in Sachsen, in Mexiko und Brasilien. Vollkommen spaltbar parallel dem Hexaeder, eisenschwarz bis dunkel stahlgrau, bräunlichschwarz anlaufend, halbmetallisch glänzend, undurchsichtig, hat schmutziggrünen Strich, H. = 3,5—4,0 und sp. G. = 3,9—4,1. Die andere Verbindung, der Hauerit, nur in dem Schwefelwerk Kalinka bei Vegles unweit Neusohl in Ungarn vorgekommen, krystallisiert auch regulär, isomorph mit Pyrit, die Krystalle sind einzeln oder kuglig gruppiert in Thon eingewachsen, auch fand er sich derb, krystallinisch stenglig. Er ist hexaedrisch spaltbar, dunkel rötlichbraun bis bräunlichschwarz, an den Kanten dünner Splitter schwach durchscheinend, hat metallartigen Diamantglanz, bräunlichroten Strich, H. = 4 und sp. G. = 3,46.

Manganerze (Fig. 11—18).

Diese haben vorwaltend schwarze bis graue Farbe und metallischen Glanz, entwickeln im Glasrohre erhitzt mehr oder weniger Sauerstoffgas und mit Salzsäure erhitzt Chlor, von beiden um so mehr, je mehr Sauerstoff sie enthalten. In der Verbindungsweise sind sie mannigfaltiger als die Eisenerze, insofern das Mangan auch als MnO_2 vorkommt, welche Verbindung bei den Eisenerzen nicht gefunden wird. Die wichtigsten sind nachfolgende:

Hausmannit (Fig. 11).

Dieser ist Manganoxydoxydul $MnO . Mn_2O_3$, analog dem Magnetit, krystallisiert aber nicht wie dieser regulär, sondern quadratisch, gewöhnlich nur eine etwas spitze quadratische Pyramide bildend mit dem Seitenkantenwinkel = 116° 59,′ auch diese mit einer stumpfen, welche die Endecken vierflächig zuspitzt (Fig. 11); spaltet ziemlich vollkommen nach der Basisfläche, welche die Endecken gerade abstumpft. Außer krystallisiert auch derb, krystallinisch-körnige Aggregate bildend. Eisenschwarz, metallisch glänzend, undurchsichtig, hat braunen Strich, H. = 5,0—5,5 und sp. G. = 4,7—4,9. Vor dem Lötrohre unschmelzbar, in Salzsäure auflöslich, Chlor entwickelnd. Findet sich zu Ilefeld am Harz, Ilmenau in Thüringen, Pajsberg, Nordmark und Langban in Schweden und einigen anderen Orten. Wird wie andere Manganerze hauptsächlich zu Glasuren und zum Glasfärben gebraucht.

Braunit (Fig. 12 und 13).

Dieser ist Manganoxyd Mn_2O_3, analog dem Hämatit, krystallisiert aber nicht wie dieser hexagonal, sondern quadratisch, gewöhnlich eine dem Oktaeder sehr nahe stehende quadratische Pyramide bildend, deren Seitenkanten 108° 39′ messen und deren Endecken durch die Basis gerade abgestumpft vorkommen (Fig. 12), auch findet sich eine spitzere quadratische Pyramide, an welcher jene untergeordnet ist (Fig. 13). Die Krystalle sind klein, aufgewachsen in Drusen und zu körnigen Aggregaten verwachsen. Er ist eisenschwarz, metallisch glänzend, in Wachsglanz neigend, undurchsichtig, hat schwarzen Strich, H. = 5,0—5,5 und sp. G. = 4,7 bis 4,9. Vor dem Lötrohre ist er unschmelzbar, in Salzsäure auflöslich, Chlor entwickelnd. Findet sich zu Ilefeld, Elgersburg am Harz, Ilmenau in Thüringen, St. Marcell in Piemont, Botnedal in Tellemarken und wenigen anderen Orten.

Manganit, Glanzmanganerz (Fig. 14 und 15).

Derselbe ist Manganoxydhydrat $H_2O . Mn_2O_3$ analog dem Pyrrhosiderit und krystallisiert rhombisch ähnlich jenem. Die Krystalle, bisweilen ziemlich groß, besonders im Vergleich mit denen des Pyrrhosiderit sind vorherrschend prismatisch, die einfachsten bilden (Fig. 14) die Kombination eines Prisma von 99° 40′, der Längs- und Basisflächen, oder flächenreichere (wie Fig. 15), sind vollkommen nach den Längsflächen spaltbar und haben meist die vertikalen Flächen vertikal gestreift, zum Teil in Folge homologer Verwachsung. Außerdem findet er sich stenglig, nadelförmig bis fasrig, seltener körnig, erdig und dicht. Er ist dunkelstahlgrau, eisen- bis bräunlichschwarz, metallisch glänzend, undurchsichtig, etwas spröde, hat braunen Strich, H. = 3,5—4,0 und sp. G. = 4,3—4,4. Im Kolben erhitzt gibt er Wasser, 10,2 Wasser enthaltend neben 89,8 Manganoxyd, sonst sich wie die vorhergehenden verhaltend. Findet sich ausgezeichnet bei Ilefeld am Harz, Ilmenau und Öhrenstock in Thüringen, außerdem in Nassau, Schweden, Norwegen, Schottland, England u. s. w. und wird meist mit dem ähnlich aussehenden Pyrolusit in Handel gebracht, als sog. Graubraunsteinerz, liefert aber weniger Sauerstoff und Chlor.

Pyrolusit, Weichmanganerz, Braunstein (Fig. 16 und 17).

Dieser ist MnO_2 mit 63,2 Mangan und 36,8 Sauerstoff, krystallisiert rhombisch, gewöhnlich kurzprismatisch (Fig. 16), aber selten deutlich ausgebildet, an den Enden oft zerfasert. Häufig derb durch Verwachsung nadelförmiger bis fasriger Individuen (Fig. 17), stalaktitisch, traubig, nierenförmig, auch körnig, dicht und erdig, Er ist eisenschwarz bis stahlgrau, unvollkommen metallisch glänzend, seidenartig der fasrige, undurchsichtig, milde bis wenig spröde, hat H. = 2,0—2,5, sp. G. = 4,7—5,0 und schwarzen Strich. Vor dem Lötrohre ist er unschmelzbar, wird durch Glühen auf Kohle braun, sich in Manganoxydoxydul umwandelnd. In Schwefelsäure beim Kochen Sauerstoff entwickelnd. Er ist ziemlich häufig anzutreffen, so an den angegebenen Fundorten der anderen Manganerze, bei Arnsberg in Westphalen, Johann-Georgenstadt in Sachsen, Platten in Böhmen, Villingen im Schwarzwald u. s. w. Er wird am meisten als sog. Braunstein zur Darstellung von Sauerstoff und Chlor und von Schmelzfarben verwendet.

Von ihm wurde der selten vorkommende Polianit (Hartmanganerz zum Teil) unterschieden, welcher in der Krystallisation geringen Unterschied zeigt und gleichfalls Manganhyperoxyd ist. Doch unterscheidet er sich durch hellere stahlgraue Farbe und hohe Härte = 6,5—7,0 bei fast gleichem Gewicht, wonach man zur Ansicht gekommen ist, daß der Polianit das ursprüngliche Mineral sei, aus welchem sich der Pyrolusit durch eine eigentümliche Umänderung gebildet habe. Nach den neuesten Untersuchungen krystallisiert der Polianit quadratisch, ähnlich dem Zinnerz (s. S. 68) und das Manganhyperoxyd MnO_2 ist demnach dimorph.

Psilomelan, Hartmanganerz zum Teil, schwarzer Glaskopf.

Stalaktitisch kuglig, traubig, (Fig. 18 von Siegen in Westphalen) nierenförmig, dabei zum Teil feinfasrig

und mit krummschaliger Absonderung, entsprechend der äußeren Form; außerdem derb und eingesprengt, dicht bis erdig. Er läßt sich in diesen Verhältnissen des Vorkommens mit dem Brauneisenerz vergleichen und wurde als stalaktitischer wie dieser Glaskopf, aber schwarzer wegen der Farbe benannt. Er ist eisenschwarz bis bräunlichschwarz, schimmernd bis matt, undurchsichtig, spröde, hat schwarzen Strich, H. = 5,5—6,0 und sp. G. = 4,0—4,3. Die Analysen gaben keine übereinstimmende Zusammensetzung, wovon Beimengungen die Ursache sein mögen. Er enthält wesentlich Manganhyperoxyd MnO_2 in Verbindung mit Manganoxydul und Wasser, doch wird das Manganoxydul durch wechselnde Mengen von BaO ersetzt, dessen Mengen 0 bis 17 Prozent gefunden wurden; desgleichen enthält er auch Alkalien, besonders Kali bis 8 Prozent. In Salzsäure auflöslich, dabei Chlor entwickelnd; die Schwefelsäure wird durch das Pulver rot gefärbt. Im Kolben erhitzt gibt er Wasser und ist unschmelzbar.

Er findet sich an den meisten der bei den anderen Manganerzen angeführten Orte und wird wie diese, aber seltener benützt. An ihn reihen sich verschiedene Manganerze, welche zum Teil in Folge von Beimengungen, noch andere Metalloxyde enthalten, wie das Kupfermanganerz, die Kupfermanganschwärze Kupferoxyd, das Kobaltmanganerz, die Kobaltmanganschwärze Kobaltoxydul. An die erdigen Varietäten reiht sich auch der Wad, die Manganschwärze, welcher außer in stalaktitischen Formen, dicht, feinerdig und schaumartig, als Ueberzug und Anflug vorkommt. Derselbe ist bräunlichschwarz bis nelkenbraun, schimmernd bis matt, undurchsichtig und hat glänzenden Strich, H. =3,0 und darunter und sp. G. = 3,2—3,7, erscheint aber meist leichter durch den minderen Zusammenhang, in Folge dessen er auch abfärbt. Derselbe ist wesentlich wasserhaltig und enthält Manganhyperoxyd mit Manganoxyd in wechselden Verhältnissen, zum Teil auch Baryterde, Kali, Kalkerde u. s. w. zum Teil in Folge von Beimengungen. Er findet sich mit anderen Manganerzen und mit Limonit als Zersetzungsprodukt und Absatz aus Wasser, so am Harz, in Rheinpreußen, Nassau, bei Hüttenberg in Kärnthen, in Devonshire und Derbyshire in England, bei Groroi (daher Groroilith genannt) im Mayenne-Departement in Frankreich u. a. a. O.

Manganoxydulverbindungen.

Diese haben eine gewisse Ähnlichkeit in der Verbindungsweise mit den Eisenoxydulverbindungen und geben mit Säuren rosenrote Lösungen. Von ihnen sind besonders hervorzuheben:

der Rhodochrosit (Manganspat, Himbeerspat), das kohlensaure Manganoxydul, $MnO . CO_2$, Mangancarbonat mit 61,7 Proz. Manganoxydul und 38,3 Kohlensäure, auch abwechselnde Mengen von Eisenoxydul, Kalkerde und Magnesia als stellvertretende Basen an Stelle von MnO enthaltend, ist dem Siderit verwandt, findet sich aber seltener und nicht in so großer Menge, krystallisiert ähnlich jenem, hexagonal rhomboedrisch, hat das stumpfe Rhomboeder mit dem Endkantenwinkel = 106° 56 als Grundgestalt, nach welchem er deutlich spaltbar ist, findet sich außer krystallisiert in kugligen und nierenförmigen Aggregaten, oder bildet krystallinisch-körnige bis dichte Massen. Er ist rosen- bis himbeerrot, bräunlichrot, rötlichbraun, rötlichgrau bis weiß, glas- bis perlmutterglänzend, durchscheinend bis undurchsichtig, spröde, hat weißen Strich, H. = 3,5—4,5 und sp. G. = 3,3—3,6. Vor dem Lötrohre ist er unschmelzbar, zerknistert heftig, wird grünlich, grau bis schwarz, zeigt mit Borax oder Phosphorsalz zusammengeschmolzen starke Manganreaktion und ist in Säuren mit Brausen auflöslich. Er verwittert durch Austritt von Kohlensäure und Aufnahme von Wasser, zum Teil mit höherer Oxydation in Manganerze übergehend. Das seltene Mineral findet sich bei Freiberg in Sachsen, Kapnik und Nagyag in Siebenbürgen, Felsöbanya in Ungarn, Oberneisen in Nassau, Sargans in der Schweiz, Ilefeld am Harz, Vieille in Frankreich u. a. a. O.

Der Rhodonit (Kieselmangan, Mangankiesel, Manganaugit) wesentlich kieselsaures Manganoxydul $MnO . SiO_2$ mit 54,2 Manganoxydul und 45,8 Kieselsäure mit stellvertretender Kalkerde und Eisenoxydul, findet sich selten krystallisiert, meist in krystallinisch-körnigen (Fig. 19) bis dichten Massen. Er ist dunkel rosenrot, blaulich- oder bräunlichrot, rötlichgrau bis grau, mehr oder weniger durchscheinend, hat perlmutterartigen Glasglanz, H. = 5,0—5,5 und sp. G. = 3,5—3,7. Vor dem Lötrohre ist er in der Reduktionsflamme zu einem roten Glase, in der Oxydationsflamme zu einer schwarzen metallisch glänzenden Kugel schmelzbar, zeigt mit Borax, Phosphorsalz oder Soda starke Manganreaktion und ist in Salzsäure unlöslich. Durch Verwitterung wird er braun bis schwarz. Der krystallisierte von Pajsberg bei Philipstad in Schweden enthält einige Prozent Kalkerde und wurde Pajsbergit genannt. Als Fundorte sind noch zu nennen Langbanshytta in Schweden, Kapnik in Siebenbürgen, Elbingerode am Harz, wo er mit Hornstein gemengt vorkommt und so Hydropit, Photicit und Allagit genannt wurde, bei Malaja Szedelnikowaja, südsüdöstlich von Katharinenburg am Ural, wo er in großen Massen vorkommt, die zu Vasen und allerlei Ornamenten und Kunstgegenständen verarbeitet werden, weil er eine sehr schöne Politur annimmt.

Blei enthaltende Minerale, Bleierze.
(Taf. XXII.)

Das Blei ist ein blaulichgraues, sehr weiches und dehnbares Metall mit sp. G. = 11,37 und H. = 1,5, welches metallisch glänzt, an der Luft aber bald seinen Glanz verliert, sich an der Oberfläche mit Sauerstoff verbindend. Schmilzt bei 325° und verdampft ziemlich schnell, Bleioxyd bildend. Auch übt es eine auflösende Kraft auf mehrere andere Metalle aus, namentlich auf Silber und Gold, so daß diese aus den Schmelzprodukten ausgezogen werden können, eine Operation, welche in manchen Hütten unter dem Namen der Entsilberung und des Saigerns ausgeführt wird. Auch im Kleinen dient das Blei zu ähnlichen Zwecken bei silberhaltigen Erzen, indem das erhaltene Werkblei auf Knochenasche abgetrieben wird. Das Blei findet sich als Metall für sich spärlich und selten, bei Alstonmoor in Cumberland mit Bleiglanz in Kalkstein, im Goldsande am Ural und Altai, bei Zomelahuacan in Veracruz mit Bleiglanz und Bleiglätte, im Basalttuffe des Rautenberges in Mähren, mit Eisen- und Manganerzen bei Pajsberg in Wermland in Schweden in einem Lager in Dolomit, desgl. bei Nordmark, Drähte und Bleche bis zu 100 Gramm Gewicht bildend.

Das meiste Blei wird aus Bleiglanz und einigen sogenannten Bleierzen, Verbindungen des Bleioxydes mit Säuren gewonnen. Die Weichheit und Geschmeidigkeit des Bleies gestattet eine vielfache Anwendung desselben zu Röhren, Tafeln, Dachrinnen, Kunstgüssen, Abdrücken u. dergl. Eine Hauptverwendung findet es zu Auskleidung der Bleikammern für die Schwefelsäurefabrikation, zu Pfannen für Alaunsiedereien u. dergl. auch dient es zur Verfertigung verschiedener chirurgischer und physikalischer Instrumente, zum Einlöten eiserner Stäbe und Pfosten, zur Darstellung von Bleiglätte, Mennige, Bleizucker, Bleiweiß und anderen Präparaten, zu Bleikugeln, Schroten u. dergl., zu verschiedenen leichflüssigen Metallgemischen, namentlich zum Letternguß und zu Stereotypplatten. Das meiste im Handel vorkommende Blei ist jedoch nicht chemisch rein sondern enthält meist Spuren von Antimon, Kupfer,

Silber und Gold. Alle Bleipräparate sind giftig und da die Bleioxyde einen Bestandteil der gewöhnlichen Töpferglasur ausmachen, welche in der Regel schon von schwachen Säuren angegriffen wird, so ist in dieser Hinsicht große Vorsicht zu empfehlen.

Bleiglanz, Galenit, Schwefelblei (Fig. 1—3.)

Der Bleiglanz, einfach Schwefelblei PbS mit 86,6 Proz. Blei und 13,4 Schwefel ist ein häufig vorkommendes Mineral, welches regulär krystallisiert, bisweilen sehr große Krystalle bildet und vollkommen hexaedrisch spaltbar ist. Die Krystalle sind gewöhnlich Hexaeder (Fig. 1), Oktaeder oder Rhombendodekaeder, für sich oder in Kombination untereinander (z. B. Fig. 2 das Hexaeder mit dem Oktaeder und Rhombendodekaeder) oder mit anderen Gestalten, (z. B. Fig. 3 das Oktaeder mit dem Hexaeder, Rhombendodekaeder und einem Triakisoktaeder von Neudorf am Harz), einzeln und Zwillinge; meist aufgewachsen (Fig. 1), selten eingewachsen. Sehr häufig findet er sich derb, krystallinisch-körnige Aggregate bildend bis fast dicht (der sog. Bleischweif), gestrickt, röhrenförmig, traubig, nierenförmig, in geflossenen Gestalten, zerfressen, angeflogen, erdig (Bleimulm), auch pseudomorph nach Pyromorphit (das sog. Blaubleierz). Er ist bleigrau gefärbt, zum Teil etwas ins Rötliche neigend, grau bis schwarz oder bunt angelaufen, stark metallisch glänzend bis schimmernd, undurchsichtig, hat schwarzen Strich, H. = 2,5 und sp. G. = 7,4—7,6. Er enthält oft Beimengungen, wie von antimon-, silber-, kupfer- und zinkhaltigen Schwefelverbindungen, selten etwas Selen an Stelle des Schwefels. Hiedurch werden auch die Reaktionen etwas beeinflußt, selbst die Farbe, indem die silberhaltigen, gewöhnlich feinkörnigen, etwas heller gefärbt sind; der Silbergehalt ist sehr gering und steigt bis auf 1 Proz. Der dichte enthält Schwefelantimon. In Salpetersäure ist er auflöslich, salpetrige Säure entwickelnd und Schwefel abscheidend. Vor dem Lötrohre zerknistert er meist heftig, schmilzt zum Bleikorne, auf Kohle gelben Bleioxydbeschlag absetzend, der nach außen in weißen von Bleisulfat übergeht. Er zersetzt sich oft und gibt zur Bildung verschiedener Bleioxydverbindungen Veranlassung.

Antimonhaltige geben Antimonrauch und Antimonoxydbeschlag, der sich leicht fortblasen läßt, arsenhaltiger entwickelt Arsengeruch; Silbergehalt läßt sich erkennen, wenn die zuvor geröstete Probe reduziert und auf Knochenasche abgetrieben wird, wobei zuletzt ein Silberkörnchen übrig bleibt. Noch sicherer sind die Proben auf nassem Wege, wenn das reduzierte Bleikorn in reiner Salpetersäure gelöst und das Silber durch Kochsalzlösung niedergeschlagen wird. 100 Teile des ausgewaschenen, getrockneten und geschmolzenen Chlorsilbers geben 75,3 Proz. Silber und 24,7 Chlor. Kürzer ist die Probe, wenn die Ausscheidung des Chlorsilbers durch eine titrierte Kochsalzlösung geschieht, wobei man aus der Menge der zur Fällung verbrauchten Lösung den Silbergehalt berechnet.

Der Galenit ist das verbreitetste Bleierz und wird, wo er in reichlicher Menge vorkommt, z. B. am Harz, im Erzgebirge, in Nassau, im Schwarzwald u. s. w. auf Blei und wegen des Silbergehaltes auf Silber verhüttet. Er findet sich meist in Gängen und Lagern, sowohl in den Urgebirgen, als auch in den älteren sedimentären. Schöne Krystalle lieferten Clausthal und Neudorf am Harz, (Fig. 2 und 3) Tarnowitz in Schlesien, Przibram in Böhmen, Derbyshire in England u. a. m.

Wo der Bleiglanz silberleer ist und rein vorkommt, wird er auch gemahlen und unter dem Namen Bleierz in den Handel gebracht und zum Glasieren der Töpfergeschirre verwendet. Die beim Abtreiben des Werkblei auf dem Triebherde erhaltene Bleiglätte (Silberglätte genannt, wenn sie blaßgelb oder grünlichgelb ist), stellt ein mehr oder weniger reines Bleioxyd dar und wird teils für sich in den Handel gebracht, teils zur Darstellung von Mennige verwendet, teils zu metallischem Blei reduziert und dieses in Barren gegossen; das zurückbleibende Blicksilber wird fein gebrannt und in Broden oder Barren gewöhnlich an die Münzen eingeliefert.

Dem Bleiglanz zunächst verwandt ist

der Selenbleiglanz (das Selenblei), welcher wie der Bleiglanz zusammengesetzt ist, aber anstatt des Schwefels Selen enthält, der Formel $PbSe$ entsprechend. Derselbe findet sich derb und eingesprengt, klein- bis feinkörnig und ist hexaedrisch spaltbar. Er ist bleigrau, metallisch glänzend, undurchsichtig, milde, hat grauen Strich, H. = 2,5—3,0 und sp. G. = 8,2—8,8. Er enthält bisweilen etwas Silber. Im Kolben erhitzt knistert er oft heftig und bleibt dann unverändert; auf Kohle dampft er, an Rettig oder faulen Kohl erinnernden Selengeruch entwickelnd, färbt die Flamme blau, beschlägt die Kohle grau, rot, zuletzt auch gelb, schmilzt nicht, sondern verdampft allmählich bis auf einen ganz kleinen Rückstand. Im Glasrohre gibt er ein teils graues, teils rotes Sublimat von Selen, mit Soda auf Kohle in der Reduktionsflamme Blei. In erwärmter Salpetersäure ist er auflöslich, Selen abscheidend. Er findet sich bei Tilkerode, Zorge, Lerbach und Clausthal am Harz, wo auch Selenkobaltblei vorkommt. Selenkupferblei und Selenmerkurblei finden sich gleichfalls bei Tilkerode am Harz.

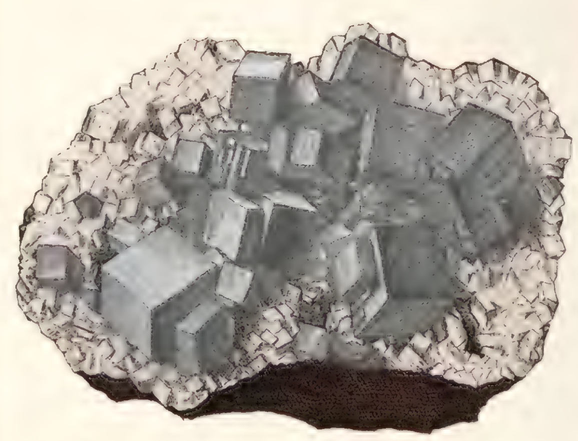
Das Schwefelblei bildet auch verschiedene metallische Verbindungen mit Schwefelantimon, wie den Zinkenit $PbS.Sb_2S_3$, Plagionit $4PbS.3Sb_2S_3$, Jamesonit $2PbS.Sb_2S_3$, Boulangerit $3PbS.Sb_2S_3$, Meneghinit $4PbS.Sb_2S_3$, Geokronit $5PbS.Sb_2S_3$, Kilbrickenit $6PbS.Sb_2S_3$, desgleichen auch mit Schwefelarsen, wie den Skleroklas $PbS.As_2S_3$, Binnit $2PbS.As_2S_3$ und Jordanit $4PbS.As_2S_3$, meist seltene Minerale, die hier nur dem Namen nach angeführt werden. Etwas häufiger findet sich der Bournonit, $Pb_2Cu_2S_3.Sb_2S_3$, welcher rhombisch krystallisiert, stahlgrau ins Bleigraue und Eisenschwarze übergehend gefärbt ist und wenn er reichlich vorkommt, auf Blei und Kupfer benützt wird.

Bleioxydverbindungen.

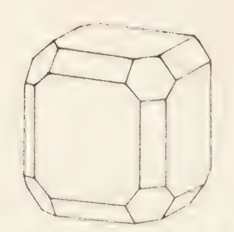
Die Verbindungen des Bleioxydes mit Säuren haben weit mehr ein wissenschaftliches, als ein technisches Interesse, weil sie meist nur in geringer Menge vorkommen und deshalb keine besondere Verwendung finden, dagegen sind sie durch ihre Verschiedenheit und Schönheit des Aussehens oder durch die Mannigfaltigkeit der Krystallisation ausgezeichnet, wodurch sie einen Schmuck der Sammlungen auszumachen pflegen. Das Bleioxyd bildet als Basis mit verschiedenen Säuren Verbindungen und übertrifft in dieser Beziehung alle anderen Basen, selbst das Kupferoxyd, wogegen seine Verbindungen wesentlich wasserfrei sind, die des Kupferoxydes als wasserhaltige sich auszeichnen. Die wichtigsten der hierhergehörigen Minerale sind nachfolgende:

Cerussit, Weißbleierz, Bleicarbonat (Fig. 4—8).

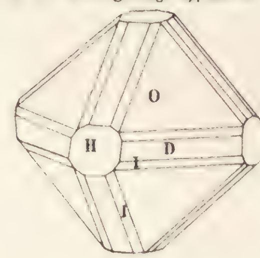
Derselbe krystallisiert rhombisch und bildet mannigfache Kombinationen, von denen die der als Grundgestalt gewählten Pyramide mit einem Längsdoma (Fig. 5) einer hexagonalen Pyramide gleicht. Andere sind tafelartig (Fig. 7) durch die vorherrschenden Längsflächen in Verbindung mit einem rhombischen Prisma und jenen beiden Gestalten, andere prismatische (Fig. 6) erinnern auch an hexagonale Krystalle, das Prisma von 117° 14′ mit den die scharfen Kanten abstumpfenden Längsflächen, der Basis, Pyramide und einem Längsdoma u. a. m. Oft bilden sie Zwillinge (Fig. 4) und Drillinge (Fig. 8). Außer krystallisiert findet er sich in körnig, stenglig und schalig abgesonderten Aggregaten, dicht, erdig und pseudomorph. Er ist ziemlich deutlich spaltbar parallel dem angegebenen Prisma und einem Längsdoma. Er ist farblos bis weiß und wurde deshalb Weißbleierz genannt, grau bis schwarz



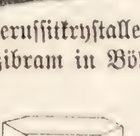
1. Bleiglanzkrystalle auf Flußspat aus Derbyshire in England.

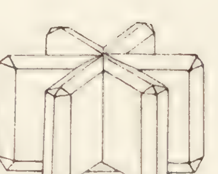


2. u. 3. Bleiglanzkrystalle.



4. Blaßbraune Cerussitkrystalle auf Bleiglanz von Przibram in Böhmen.







5—7. Cerussitkrystalle.

8. Cerussitdrilling.

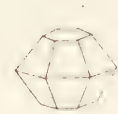


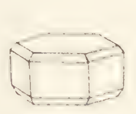
9. 10 u. 11. Anglesitkrystalle.



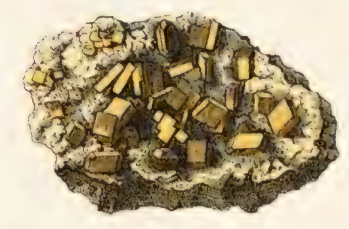
12. Mimetesit.







13—15. Pyromorphitkrystalle.



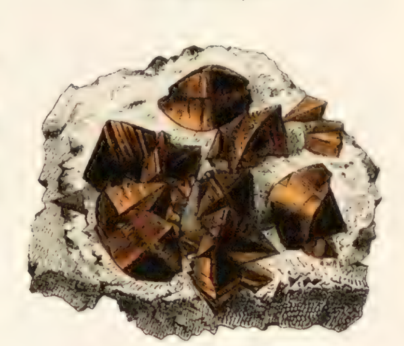
16. Wulfenitkrystalle von Bleiberg in Kärnthen.



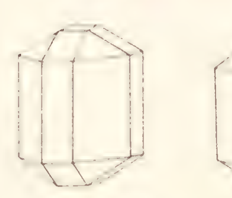
17. Krokoit von Beresowsk.



18. Zinnerz von Ehrenfriedersdorf.



19. Zinnerz von Altenberg.



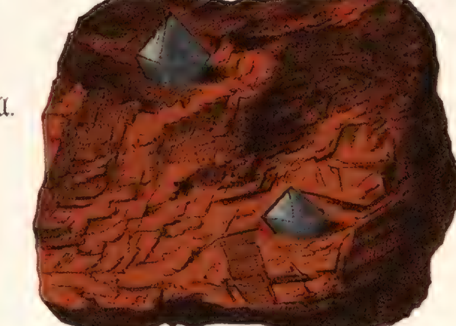
20 u. 21. Zinnerzkrystalle.



22. Holzzinnerz.



23. Zinkblendekrystall.



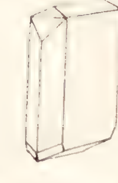
24. Rotzinkerz von Franklin in New Jersey.



25. Zinkspat von Altenberg.



26. Zinkspatkrystall.



27. Hemimorphitkrystall.

(dann Schwarzbleierz genannt), auch oberflächlich durch Malachit und Azurit grün oder blau gefärbt, durch Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat rot, braun und gelb. Er ist diamant- bis wachsartig glänzend, durchsichtig bis undurchsichtig, spröde, hat H. = 3,0—3,5 und sp. G. = 6,4 bis 6,6. Als $PbO.CO_2$ enthält er 83,6 Bleioxyd und 16,4 Kohlensäure; er ist in Salpetersäure mit Brausen auflöslich, zerknistert vor dem Lötrohre, wird gelb und wird auf Kohle zu Blei reduziert, die Kohle gelb beschlagend.

Findet sich fast überall, wo Bleiglanz vorkommt, meist als neueres Erzeugnis in Folge von Zersetzung, besonders schön zu Mies und Przibram in Böhmen, bei Badenweiler (Fig. 5, 6 u. 7) im Schwarzwald, Tarnowitz in Schlesien, Bleiberg in Kärnthen, Johann-Georgenstadt in Sachsen, Zellerfels und Clausthal am Harz, Leadhills in Schottland, Nertschinsk in Sibirien u. s. w. und wird gewöhnlich bei reichlichem Vorkommen mit anderen Bleierzen zu Gewinnung des Blei verschmolzen.

Anglesit, Vitriolbleierz, Bleisulfat (Fig. 9 bis 11).

Dieses dem vorigen im Aussehen sehr ähnliche Mineral krystallisiert auch rhombisch und bildet mannigfache, zum Teil sehr flächenreiche Krystalle, welche mit denen des Baryt verwandt sind (Fig. 9—11). Er ist farblos bis weiß, grau, gelb und braun, diamant- bis wachsartig glänzend, durchsichtig bis durchscheinend, hat H. = 3 und sp. G. = 6,29 bis 6,35. Nach der Formel $PbO.SO_3$ zusammengesetzt enthält er 73,6 Bleioxyd und 26,4 Schwefelsäure, läßt sich vor dem Lötrohre auf Kohle leicht zu Blei reduzieren, schmilzt in der Oxydationsflamme leicht zu klarem Glase, welches beim Erkalten milchweiß wird, zerknistert im Kolben beim Erhitzen, ist in Säuren nur schwierig, in Kalilauge vollkommen auflöslich. Er findet sich besonders schön krystallisiert bei Iglesias (Fig. 9 u. 10) und Monteponi in Sardinien und bei Phönixville in Pennsylvanien, außerdem auch auf der englischen Insel Anglesea, (Fig. 11) bei Schwarzenbach in Kärnthen, Badenweiler in Baden, Zellerfeld am Harz, Leadhills in Schottland, Wirksworth in Derbyshire in England, Beresowsk am Ural u. a. a. O. und wird wie der Cerussit benützt, wenn er in größerer Menge vorkommt.

Breithaupt fand neben Krystallen des Anglesit von Monteponi in Sardinien monokline desselben Sulfats, welche er als Spezies Sardinian benannte, während bei Leadhills in Schottland ein basisches Bleisulfat $2\,PbO.SO_3$ der sogenannte Lanarkit vorkommt, welcher auch monoklin krystallisiert. Der Linarit (Bleilasur) von Linares in Spanien, Leadhills in Schottland, Caldbeck und Keswick in Cumberland in England und einigen anderen Orten ist eine seltene lasurblaue, monokline Spezies nach der Formel $PbO.SO_3 + H_2O.CuO$ zusammengesetzt, während der noch seltenere, rhombisch krystallisierende, span- bis berggrüne Caledonit von Leadhills in Schottland, Red-Gill in Cumberland und Rezbanya in Siebenbürgen ähnlich zusammengesetzt, aber reicher an Bleioxyd ist.

Pyromorphit und Mimetesit, phosphorsaures und arsensaures Bleioxyd (Fig. 12—15).

Von diesen beiden isomorphen und nur durch die Säure verschiedenen Mineralen ist der Pyromorphit (Grünbleierz, Buntbleierz, Braunbleierz, Phosphorbleispat) das häufiger vorkommende. Sie sind isomorph mit Apatit (Fig. 13—15). Außer krystallisiert finden sie sich in kugligen, traubigen und nierenförmigen Aggregaten, derb, krystallinisch-körnig und eingesprengt. Der Pyromorphit ist meist grün, gelblichgrün, grünlichgelb, gelb, braun, rötlichbraun, auch grau gefärbt, selten bis farblos, wachs- bis glasglänzend, durchscheinend bis an den Kanten, hat H. = 3,5—4,0 und sp. G. = 6,9—7,1. Er ist nach der Formel $3\,(3\,PbO.P_2O_5) + PbCl_2$ zusammengesetzt und enthält 73,7 Proz. Bleioxyd, 16,0 Phosphorsäure und 10,3 Chlorblei; bisweilen findet sich etwas Kalkerde oder Arsensäure als stellvertretend für Bleioxyd oder Phosphorsäure. Er ist in Salpetersäure und Kalilauge auflöslich, aus der ersteren Lösung läßt sich Chlorsilber durch Zusatz von Silberlösung fällen. Vor dem Lötrohr ist er leicht schmelzbar und erstarrt unter Aufglühen zu einem polyedrisch-krystallinischen Korne. Mit Soda auf Kohle zusammengeschmolzen giebt er Bleikörner mit Bleioxydbeschlag. Interessant ist die Umwandlung in Schwefelblei, Galenit, wodurch die Blaubleierz genannten Pseudomorphosen von Galenit nach Pyromorphit entstehen. Er findet sich bei Freiberg und Zschopau in Sachsen, Hofsgrund und Badenweiler im Schwarzwald, Joachimsthal (Fig. 14 und 15), Przibram, Mies und Bleistadt in Böhmen, Braubach und Ems in Nassau (Fig. 13), Hodritsch und Schemnitz in Ungarn, Clausthal am Harz, Poullaouen in Frankreich u. s. w. und wird, wo er reichlich vorkommt, zur Darstellung von Blei benützt.

Der Mimetesit (Arsenikbleispat) ist gewöhnlich gelb bis braun, gelblichgrün oder blau gefärbt und bildet bisweilen bauchige bis tonnenförmige Krystalle (Fig. 12), der sog. Kampylit von Caldbeck in Cumberland; ist diamant- bis wachsglänzend, durchscheinend, hat H. = 3,5—4,0 und sp. G. = 7,19—7,25. Er ist nach der Formel $3\,(3\,PbO.As_2O_5) + PbCl_2$ zusammengesetzt und schmilzt vor dem Lötrohre leicht auf Kohle, Arsendämpfe entwickelnd und giebt Bleioxydbeschlag. Das beim Schmelzen erhaltene Korn erstarrt auch krystallinisch wie das des Pyromorphit beim Erkalten. Er ist auflöslich in Salpetersäure und Kalilauge. Schöne Krystalle fanden sich bei Johann-Georgenstadt in Sachsen, auch findet er sich bei Przibram und Zinnwald in Böhmen, Badenweiler im Schwarzwald, Phönixville in Pennsylvanien, in Cumberland, Spanien, Mexiko u. s. w., ist aber weit seltener als Pyromorphit, mit dem er leicht verwechselt werden kann.

An beide reiht sich der isomorphe Vanadinit von Kappel in Kärnthen, Zimapan in Mexiko, Beresowsk in Sibirien, in der Sierra de Cordoba in Argentinien, im Silver-Distrikt Grafschaft Yoma in Arizona u. a. O., welcher gelb bis braun und rot gefärbt ist und nach derselben Formel zusammengesetzt, als Säure Vanadinsäure enthält.

Wulfenit, Gelbbleierz, Molybdänbleispat (Fig. 16).

Dieser krystallisiert quadratisch; die Krystalle sind oft tafelartig (Fig. 16), oder pyramidal, gewöhnlich klein, findet sich auch derb, mit krystallinisch-körniger Absonderung. Er ist meist gelb gefärbt, auch grau bis farblos, außerdem braun, rot oder grün, wachs- bis diamantartig glänzend, selten durchsichtig, meist durchscheinend bis an den Kanten, hat H. = 3,0 und sp. G. = 6,3—6,9. Ist wesentlich $PbO.MoO_3$ mit 60,8 Bleioxyd und 39,2 Molybdänsäure. Vor dem Lötrohre auf Kohle erhitzt zerknistert er, schmilzt und läßt sich zu Blei reduzieren, die Kohle mit Bleioxyd beschlagend, gibt mit Phosphorsalz ein licht gelblichgrünes Glas, welches in der Reduktionsflamme dunkelgrün wird. In erwärmter Salpetersäure ist er löslich, gelblichweiße salpetersaure Molybdänsäure ausscheidend. Findet sich besonders schön bei Bleiberg, Windischkappel und Schwarzenbach in Kärnten, auch bei Badenweiler im Schwarzwald, Annaberg in Oesterreich, Rezbanya in Ungarn, Ruskberg im Banat u. a. O. Er dient zur Darstellung der Molybdänsäure und ihrer Salze, namentlich des molybdänsauren Ammoniak, welches zur Bestimmung der Phosphor- und Arsensäure benützt wird.

Isomorph ist der seltene Stolzit, eine analoge Verbindung der Wolframsäure mit Bleioxyd, der sich beispielsweise bei Zinnwald in Sachsen findet.

Krokoit, Rotbleierz, Bleichromat (Fig. 17).

Dieses durch seine hyacinth- bis morgenrote Farbe ausgezeichnete, nicht häufig vorkommende Mineral krystallisiert monoklin und bildet meist prismatische bis spießige Krystalle, welche aufgewachsen und zu Krystallaggregaten

verwachsen vorkommen. Er spaltet ziemlich deutlich nach dem meist vorherrschend auftretenden monoklinen Prisma von 93° 42′. Er ist diamant- bis glasglänzend, durchscheinend, hat orangegelben Strich, H. = 2,5—3,0 und sp. G. = 5,9—6,0. Er ist $PbO.CrO_3$ mit fast 69 Prozent Bleioxyd, zerknistert vor dem Lötrohre und wird dunkler, schmilzt auf Kohle und giebt Bleioxyd, mit Borax oder Phosphorsalz ein grünes Glas, mit Soda geschmolzen Blei. In Salzsäure ist er löslich, Chlorblei abscheidend, schwieriger in Salpetersäure; in Kalilauge färbt er sich braun und löst sich dann zu einer gelben Flüssigkeit. Findet sich bei Beresowsk (Fig. 17), Mursinsk und Nischne-Tagilsk in Sibirien, Congonhas do Campo in Brasilien, Labo auf der Insel Luzon und dient gemahlen wie das künstliche Chromgelb als Malerfarbe, sowie zur Darstellung des chromsauren Kali und Natron, welche teils als Reagens, teils in der Färberei und beim Zeugdruck Verwendung finden, übrigens meist aus dem wohlfeileren Chromit dargestellt werden.

Der Phönicit oder Melanochroit von Beresowsk ist auch Bleichromat, doch nach der Formel $3PbO.2CrO_3$ zusammengesetzt mit fast 77 Proz. Bleioxyd, krystallisiert aber rhombisch und ist cochenille- bis hyacinthrot mit ziegelrotem Striche.

Zinnerz, Zinnstein, Kassiterit, Zinnsäure.
Fig. 18—22.

Das Zinn ist ein schon seit langen Zeiten bekanntes Metall, welches sich wegen seiner Geschmeidigkeit, weißen Farbe und seines dauerhaften Glanzes von jeher zu allerlei häuslichen Gerätschaften empfohlen hat. Es schmilzt leicht, hat die H. = 2,0 und sp. G. = 7,3. Die nicht mineralischen Krystalle sind quadratisch. Sein Vorkommen als Mineral ist problematisch wie das in den Goldseifen am Ural und in Bolivia. Das gewöhnlich zur Darstellung des Zinns verwendete

Zinnerz, die Zinnsäure SnO_2 mit 78,4 Proz. Zinn und 21,6 Sauerstoff, findet sich nicht häufig, aber stellenweise in bedeutender Menge. Es krystallisiert quadratisch, bildet auf- und eingewachsene Krystalle, ist isomorph mit der als Rutil vorkommenden Titansäure TiO_2. Die gewöhnlichste Kombination ist (Fig. 21 von St. Agnes in Cornwall) die einer stumpfen quadratischen Pyramide mit einem quadratischen Prisma, wobei bald die Pyramide, bald das Prisma vorherrscht; andere Krystalle (Fig. 20 von St. Agnes in Cornwall) zeigen noch daran gerade Abstumpfung der Endkanten der Pyramide durch eine stumpfere und gerade Abstumpfung der Prismenkanten durch ein zweites quadratisches Prisma. Sehr häufig finden sich Contaktzwillinge (Fig. 19 von Altenberg in Sachsen). Außer krystallisiert, auf- und eingewachsene Krystalle bildend, findet sich das Zinnerz nur Körner darstellend und derb mit krystallinisch-körniger Absonderung bis dicht, selten fasrig mit exzentrischer Stellung der Fasern, dadurch keilförmige Gestalten ergebend (das sog. Holzzinnerz Fig. 22). Die Farbe wechselt von schwarz bis lichtbraun, gelblichrot bis grau, der Strich ist lichter, der Glanz zwischen Diamant- und Wachsglanz; es ist undurchsichtig bis durchscheinend, hat H. = 6,5—7,0 und sp. G. = 6,8—7,0. Vor dem Lötrohr ist es unschmelzbar, auf Kohle in der Reduktionsflamme, besser bei Zusatz von Soda zu Zinn reduzierbar, wobei auf der Kohle ein weißer Beschlag entsteht, welcher mit Kobaltsolution befeuchtet und erhitzt grün wird. In Säuren ist es unlöslich.

Das Zinnerz ist für die Zinngewinnung das wichtigste Mineral, welches besonders im Erzgebirge, wie zu Ehrenfriedersdorf, (Fig. 18) Johann-Georgenstadt und Geyer in Sachsen, bei Joachimsthal, Zinnwald und Schlackenwald in Böhmen, in Cornwall und Derbyshire in England, in Spanien, Portugal und Frankreich, auf Malakka, Blanka, Marimon und Billiton in Ostindien u. a. O. vorkommt und allgemein in niedrigen Schachtöfen mit Zusatz irgend eines Schmelzmittels zwischen Kohlen verschmolzen wird. Das Holzzinnerz wird zum Teil im Schuttlande bei St. Agnes (Fig. 22) in Cornwall und in Mexiko gefunden.

Das Zinn dient zu allerlei Gerätschaften, zu Staniol gewalzt zum Spiegelbeleg, zum Verzinnen kupferner und eiserner Geräte, des Eisenbleches, zu Legierungen verschiedener Art, die teilweise den Alten schon bekannt waren, wie die ehernen Waffen und Geräte aus den Pfahlbauten beweisen, z. B. mit Kupfer zu Kanonen- und Glockengut, mit Kupfer und Zink zu Bronze und Similor, zur Darstellung der Zinnasche und verschiedener Zinnsalze rc.

Der Zinnkies ist eine Verbindung von Schwefelzinn mit Schwefelkupfer, Schwefeleisen und Schwefelzink, welche äußerst selten krystallisiert (regulär), meist nur derb und eingesprengt vorkommt, stahlgrau mit Neigung in's Gelbe gefärbt ist, wenig metallisch glänzt und undurchsichtig ist. Er enthält nur etwa 21—29 Proz. Zinn.

Zinkerze.
Fig. 23—27.

Das Zink ist ein bläulichweißes Metall von 6,8 bis 7,2 Eigenschwere, welches an der Luft den Glanz ziemlich lange behält, als durch Schmelzen erhaltenes Zink krystallinisch blättrig ist, bei gewöhnlicher Temperatur ziemlich hart und zähe, in der Kälte unter dem Hammer zerspringt, bei einer Temperatur von 100—150° C sehr dehnbar ist, so daß es sich zu Blech hämmern und zu Draht ausziehen läßt, bei höherer Temperatur aber wieder spröde wird, so daß es sich wieder pulverisieren läßt. Es krystallisiert hexagonal, schmilzt bei 360°, entzündet sich bei etwas erhöhter Temperatur an der Luft und verbrennt mit bläulichweißer blendender Flamme; in verschlossenen Gefäßen erhitzt, läßt es sich destillieren. Es kommt höchst selten, (wie bei Melbourne in Australien) als Metall vor, wohl aber mit Schwefel oder Sauerstoff verbunden, vererzt, daher die bezüglichen Minerale Zinkerze heißen. Schon die alten Griechen stellten mit Kupfer aus den Zinkerzen eine bronceähnliche Legierung dar, ohne übrigens das metallische Zink zu kennen, das erst im 16. Jahrhundert von Paracelsus erkannt wurde, den Chinesen aber schon viele Jahrhunderte vorher bekannt war. Das Zink ist unter allen schweren Metallen das am meisten elektropositive und wird daher hauptsächlich bei galvanischen Batterien und zu den galvanischen Niederschlägen benützt, da es selbst das Eisen aus seinen Auflösungen fällt. Es dient für sich zu allerlei Kunstgüssen, Statuen und Ornamenten u. dergl., gewalzt als Zinkblech zur Dachbedeckung, zur Verfertigung von Rinnen u. s. w., zur Messing- und Bronzefabrikation, zur Verfertigung von Zinkweiß und anderen chemischen Präparaten.

Zinkblende, Sphalerit, Schwefelzink (Fig. 23).

Krystallisiert regulär, tetraedrisch hemiedrisch, Tetraeder mit Gegentetraeder, Hexaeder, Rhombendodekaeder und Kombinationen, zum Teil flächenreiche darstellend, welche aber meist in Folge von Zwillingsbildung undeutlich erscheinen. Die Krystalle sind auf- und eingewachsen; außerdem findet sie sich derb mit krystallinisch-körniger Absonderung, bis fast dicht. Sie ist vollkommen spaltbar parallel den Flächen des Rhombendodekaeders. Sie ist braun bis schwarz, andererseits bis gelb, auch rot und grün gefärbt, selten weiß bis farblos, diamantglänzend, zum Teil bis halbmetallisch (besonders bei dunkler Farbe), zum Teil bis wachsartig, durchsichtig bis undurchsichtig, spröde, hat gelblichweißen, grauen bis gelben Strich, H. = 3,5—4,0 und sp. G. = 4,0—4,2. Sie ist eine Verbindung des Schwefels mit Zink nach der Formel ZnS mit 67 Proz. Zink und 33 Schwefel, enthält aber fast immer stellvertretend

lichen zusammenziehenden Geschmack. Er wird in der Medizin, in der Färberei und Druckerei, sowie zur Darstellung von Zinkweiß angewendet, doch meist nur der fabrikmäßig gewonnene.

Wismut, Uran, Titan, Tantal und Wolfram enthaltende Minerale.

Taf. XXIII.

Wismut (Fig. 2—4).

Dasselbe kristallisiert hexagonal rhomboedrisch, die Krystalle sind gewöhnlich unregelmäßig ausgebildet, verzerrt und durch Gruppierung undeutlich. Die Grundform, ein hexaederähnliches Rhomboeder mit den Endkanten = 87° 40′ (Fig. 3) zeigt es deutlich als Hüttenprodukt, die Flächen meist treppenartig vertieft. Als Mineral findet es sich krystallinisch blättrig (Fig. 2 von Redruth in Cornwall), gestrickt (Fig. 4 von Schneeberg in Sachsen), derb und eingesprengt mit krystallinisch-körniger Absonderung. Es ist silberweiß mit einem Stich ins Rötliche, spröde, hat H. = 2,0—2,5 und sp. G. = 9,6—9,8. Es schmilzt schon in der Flamme des Kerzenlichtes und verflüchtigt sich vor dem Lötrohre auf Kohle, indem es die Kohle zitronengelb mit Wismutoxyd beschlägt. In Salpetersäure ist es löslich, die Lösung gibt mit Wasser verdünnt einen weißen Niederschlag. Die Lösung in Salpetersäure wird als sog. sympathetische Tinte benützt; wird Papier damit beschrieben, so verschwindet die Schrift beim Trocknen, kommt aber durch Eintauchen in Wasser und mit Schwefelleberlösung in Berührung gebracht, wieder zum Vorschein. Zwei Teile Wismut mit 1 Teil Blei und 1 Teil Zinn zusammengeschmolzen geben das Rose'sche Metallgemisch, welches schon in kochendem Wasser schmilzt und sich daher zu Abgüssen vorzüglich eignet.

Das Wismut ist nicht selten, findet sich beispielsweise in Böhmen und Sachsen, am Harz, in England, Schweden, Norwegen u. s. w. In Verbindung mit Schwefel bildet es den **Wismutglanz, Bismutin** Bi_2S_3, welcher prismatische bis nadelförmige, rhombische, bleigraue bis zinnweiße, meist eingewachsene Krystalle bildet. Diesem sehr ähnlich sind verschiedene Verbindungen des Schwefelwismut mit Halbschwefelkupfer, wie der rhombische Emplektit (Fig. 5 nadelförmige Krystalle von der Grube Tannenbaum bei Schneeberg in Sachsen) $Cu_2S . Bi_2S_3$, der rhombische Wittichenit (Kupferwismutglanz) $3 Cu_2S . Bi_2S_3$ u. a., welche im Aussehen dem Wismutglanz ähnlich sind, sich aber vor dem Lötrohre durch die Kupferreaktion von ihm unterscheiden.

Kieselwismut, Eulytin (Fig. 6).

Bildet kleine aufgewachsene Krystalle, Trigondodekaeder (Fig. 6), einzelne und Zwillinge in Drusenräumen, oder kuglige Gruppen, ist braun bis gelb, grünlichgrau und graulichweiß, diamantglänzend, durchsichtig bis durchscheinend, hat H. = 4,5—5,0 und sp. G. = 6,1. Ist wesentlich eine Verbindung des Wismutoxyd mit Kieselsäure $2 Bi_2O_3 . 3 SiO_2$ und schmilzt vor dem Lötrohre leicht mit Aufwallen zu einer braunen Perle, ist in Salzsäure löslich, Kieselgallerte abscheidend. Findet sich ausgezeichnet, meist in Gesellschaft von Wismutocher oder erdigem Wismutoxyd von blaßgelber Farbe bei Schneeberg in Sachsen.

Uran enthaltende Minerale (Fig. 7—12).

Das Uran findet sich nur in Verbindung mit Sauerstoff und ist wenig verbreitet. Als Metall hat es keine Anwendung und wurde erst im Jahre 1789 von Klaproth in dem Uranin entdeckt. Es ist eisengrau, sehr hart, nicht magnetisch, schwer schmelzbar, hat das sp. G. = 9 und krystallisiert in Oktaedern. Die wichtigsten hierher gehörigen Minerale sind folgende:

der Uranin, Uranpecherz, Uranerz, Pechblende (Fig. 7).

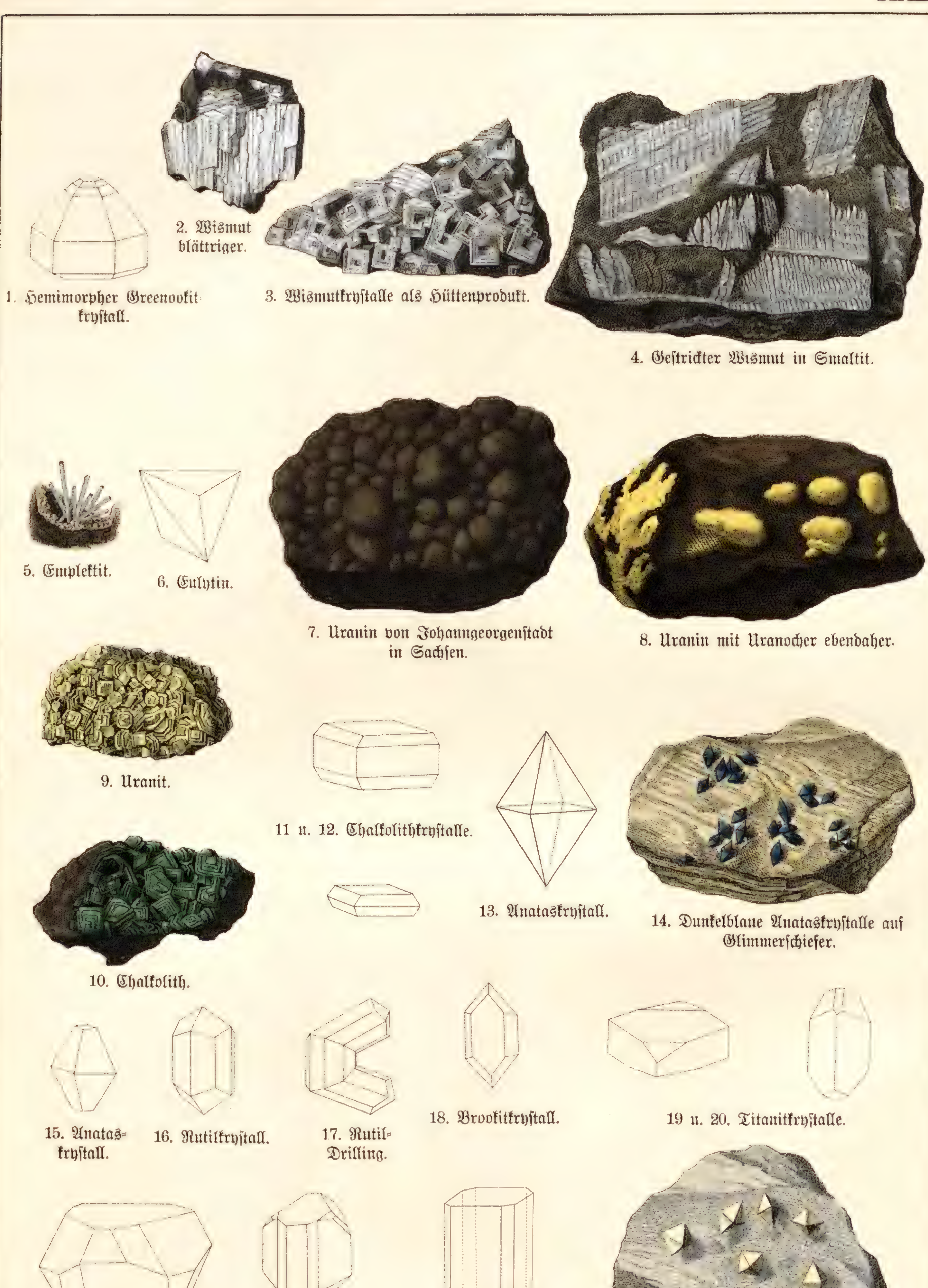
Er findet sich meist nur feinkörnig bis dicht, derb und eingesprengt, nierenförmig mit krummschaliger und stengliger Absonderung, sehr selten krystallisiert, Oktaeder bildend. Der Bruch ist muschlig bis uneben. Er ist bräunlich-, grünlich- bis graulichschwarz, wachsglänzend, undurchsichtig, hat olivengrünen bis bräunlichschwarzen Strich, H. = 3,0—4,0 und 5,0—6,0, sp. G. = 4,8—5,5 und 8,0—9,0.

Diese auffallende Verschiedenheit einer leichteren und weicheren, gegenüber einer schwereren und härteren Varietät hat Veranlassung gegeben, die letztere als eine eigene Spezies, Schweruranerz genannt, zu trennen, obgleich die Zusammensetzung dieselbe ist, beide Uranoxydoxydul sind, die anderen Eigenschaften, außer H. und sp. G. übereinstimmen. Beide sind in gleicher Weise durch Beimengungen verunreinigt, enthalten Bleioxyd, Eisenverbindungen, Arsen, Kalkerde, Magnesia, Kieselsäure u. s. w., doch ließen sich durch die Beimengungen die erheblichen Unterschiede in Gewicht und Härte nicht erklären. Sie sind vor dem Lötrohre unschmelzbar, geben mit Borax und Phosphorsalz in der Oxydationsflamme ein gelbes, in der Reduktionsflamme ein grünes Glas. In erwärmter Salpeter- oder Schwefelsäure, aber nicht in Salzsäure löslich. Finden sich ziemlich selten auf Silbergängen zu Joachimsthal und Przibram in Böhmen, bei Johann-Georgenstadt, Marienberg, Schneeberg und Annaberg in Sachsen, auf Zinnerzgängen bei Redruth in Cornwall und werden hauptsächlich zu gelber, grüner und schwarzer Schmelzfarbe bei der Glas- und Porzellanmalerei benützt, sowie zur Darstellung des Urangelb und anderer Uranfarben. Durch Zersetzung oder Verwitterung entsteht:

der **Uranocher**, Fig. 8, (auf Uranin von der Grube Vereinigtfeld bei Johann-Georgenstadt in Sachsen) Uranoxydhydrat, ein erdiges, schwefel- bis orangegelbes, mattes Mineral und andere als **Uranblüte** bezeichnete, nicht genau bestimmte Verbindungen mit lebhafter gelber Farbe, welche zum Teil krystallinisch als Anflug und Efflorescenz mit Uranocher auf Uranin vorkommen.

Der **Uranglimmer, Uranit** und **Chalkolith, Kalkuranit** und **Kupferuranit** (Fig. 9—12).

Die beiden, früher als Uranglimmer gemeinschaftlich benannten und für eine Spezies gehalten, deren beide Varietäten als verschieden gefärbte, gelbe und grüne unterschieden wurden, deren Krystalle man auch für gleich hielt, sind in der That zwei verschiedene, jedoch in verschiedener Beziehung sehr ähnliche Spezies. Der Chalkolith, Kupferuranit, grüne Uranglimmer krystallisiert quadratisch, bildet meist quadratische Tafeln durch die Kombination der Basisflächen mit einer spitzen Pyramide (Fig. 12 von Johann-Georgenstadt in Sachsen), deren Seitenkanten = 142° 8′ sind oder durch die Kombination der Basisflächen mit dem quadratischen Prisma und dieser Pyramide (Fig. 11 ebendaher), u. a. Die Krystalle sind aufgewachsen oder bilden blättrige Aggregate. Er ist vollkommen basisch spaltbar, gras- bis smaragd- und spangrün, glasglänzend, auf den Basisflächen perlmutterartig, durchscheinend, hat apfelgrünen Strich, H. = 2,0—2,5 und sp. G. = 3,5—3,6. Der **Uranit**, Kalkuranit, gelbe Uranglimmer, krystallisiert rhombisch, bildet auch tafelartige ähnlich aussehende Krystalle, wie die des Chalkolith, weil die Winkel nur sehr wenig verschieden sind und die Verschiedenheit nur durch genaue Messung bestimmt werden kann. Er ist vollkommen basisch spaltbar, schwefelgelb bis zeisiggrün, glasglänzend, auf den Basisflächen perlmutterartig, durchscheinend, hat gelben Strich, H. = 1,5—2,0 und sp. G. = 3,0—3,2. Sie sind beide wasserhaltige Verbindungen der Phosphorsäure mit Uranoxyd, nur enthält jener noch Kupferoxyd, dieser noch Kalkerde, daher sie in den Reaktionen übereinstimmen bis auf die des Kupfers. Der Chalkolith findet sich bei Johann-Georgenstadt, (Fig. 10) Schneeberg, Eibenstock in Sachsen, Joachimsthal in Böhmen, Callington und Redruth in Cornwall, St. Yrieux in Frankreich, der Uranit außer in Sachsen und Böhmen bei Autun in Frankreich (Fig. 9) und Chesterfield in Massachusetts.



1. Hemimorpher Greenockitkrystall.
2. Wismut blättriger.
3. Wismutkrystalle als Hüttenprodukt.
4. Gestrickter Wismut in Smaltit.
5. Emplektit.
6. Eulytin.
7. Uranin von Johanngeorgenstadt in Sachsen.
8. Uranin mit Uranocher ebendaher.
9. Uranit.
10. Chalkolith.
11 u. 12. Chalkolithkrystalle.
13. Anataskrystall.
14. Dunkelblaue Anataskrystalle auf Glimmerschiefer.
15. Anataskrystall.
16. Rutilkrystall.
17. Rutil-Drilling.
18. Brookitkrystall.
19 u. 20. Titanitkrystalle.
21. Ilmenitkrystall.
22. Wolframitkrystall von Zinnwald in Sachsen.
23. Niobitkrystall.
24. Scheelitkrystalle auf Quarz von Zinnwald in Böhmen.

Wolframit, Wolframerz.

Derselbe krystallisiert monoklin (Fig. 22 die Kombination von zwei Prismen mit den Querflächen, zwei Hemidomen, einem Längsdoma und zwei Hemipyramiden darstellend), ist vollkommen spaltbar parallel den Längsflächen, findet sich außer in auf- und eingewachsenen Krystallen auch derb mit stengliger, schaliger oder körniger Absonderung, ist bräunlich-, graulich- bis eisenschwarz, unvollkommen metallisch glänzend, zum Teil in Wachs- oder Diamantglanz geneigt, undurchsichtig bis kantendurchscheinend, hat rötlich- bis schwärzlichbraunen Strich, H. = 5,0—5,5 und sp. G. = 7,2—7,5. Er ist wesentlich wolframsaures Eisen- und Manganoxydul nach der Formel $RO \cdot WO_3$, im Mittel 11,86 Eisenoxydul, 11,70 Manganoxydul und 76,44 Wolframsäure enthaltend, während auch manganreichere (mit rötlichbraunem Strich) und eisenreichere (mit schwärzlichbraunem Strich) vorkommen. Vor dem Lötrohre ist er zu einer magnetischen Kugel schwierig schmelzbar, welche beim Abkühlen an der Oberfläche krystallinisch wird. Das Pulver wird in konzentrierter Salzsäure zersetzt, einen gelblichen Rückstand (Wolframsäure) hinterlassend. Findet sich in den Zinnerzgruben des Erzgebirges, auch zu Neudorf am Harz, in Steiermark, England, Frankreich u. s. w. und wird zur Darstellung der Wolframsäure und ihrer Salze benützt.

Scheelit, Tungstein, Schwerstein (Fig. 24.)

Derselbe krystallisiert quadratisch, bildet mehr oder minder spitze Pyramiden (Fig. 24) und Kombinationen solcher, zum Teil große Krystalle, wie bei Schwarzenberg in Sachsen, Traversella in Piemont, an der Rotlaue bei Guttannen im Haslethal im Canton Bern in der Schweiz, am Kiesberge des Riesengrundes im Riesengebirge in Schlesien, ist spaltbar parallel der spitzen Pyramide mit dem Seitenkantenwinkel = 130° 33′, und weniger deutlich nach einer anderen mit dem Seitenkantenwinkel = 113° 52′, welche die Endkanten jener gerade abstumpft und parallel den Basisflächen. Findet sich außer krystallisiert auch derb und eingesprengt, ist graulich- oder gelblichweiß bis gelb und braun, oder grau, rot, selten grün, glänzt wachsartig mit Neigung in Diamantglanz, ist durchscheinend bis an den Kanten, spröde, hat H. = 4,5—5,0 und sp. G. = 5,9—6,2. Ist wolframsaure (scheelsaure) Kalkerde $CaO \cdot WO_3$, schmilzt vor dem Lötrohre schwierig zu wenig durchscheinendem Glase und ist in Salz- oder Salpetersäure löslich, Wolframsäure ausscheidend; fügt man zu der salzsauren Lösung etwas Zinn und erwärmt sie, so wird sie tief indigoblau. Findet sich außer an den angeführten Orten bei Zinnwald und Ehrenfriedersdorf im Erzgebirge, bei Schlackenwald in Böhmen, Frammont in den Vogesen, in Cornwall, Connecticut u. s. w.

Molybdän-Minerale.

(Fig. 1 und 2. Taf. XXIV.)

Das Metall Molybdän wurde 1778 durch Scheele entdeckt, ist silberweiß, hart, dehnbar, schwer schmelzbar, hat sp. G. = 8,6 und findet sich nicht als Metall gediegen, sondern nur mit Schwefel oder Sauerstoff in Verbindung.

Der Molybdänit, Molybdänglanz, Schwefelmolybdän MoS_2 mit 60 Proz. Molybdän und 40 Schwefel, krystallisiert hexagonal, bildet hexagonale Tafeln (Fig. 2), Krystallblätter bis Krystallschuppen, auf- und eingewachsen oder zu derben Massen verwachsen, ist vollkommen basisch spaltbar, bleigrau, etwas ins rötliche geneigt, metallischglänzend, undurchsichtig, hat grauen Strich, ist sehr milde und in dünnen Blättchen biegsam, hat H. = 1,0—1,5 und sp. G. = 4,6—4,9. Vor dem Lötrohre verdampft er langsam, färbt in der Zange oder im Platindraht gehalten die Flamme zeisiggrün, beschlägt auf Kohle gelegt dieselbe weiß, ist in Salpetersäure auflöslich, die Molybdänsäure als weißes Pulver abscheidend. Findet sich in den Zinngruben des Erzgebirges, in Schlesien, Salzburg, Wallis in der Schweiz, Schweden, Norwegen, England und Nordamerika. Fig. 1 zeigt blättrigen Molybdänit in weißem Quarz aus Wallis in der Schweiz.

Der Molybdänocher, Molybdänsäure MoO_3 ist selten, findet sich mit Molybdänit im Pfitschthale in Tyrol, bei Lindäs in Schweden, Nummedalen in Norwegen und in Wallis, als schwefel-, zitronen- bis orangegelber, erdiger Ueberzug (Fig. 1) und eingesprengt, ist matt und undurchsichtig, in Salzsäure auflöslich, die Lösung wird durch Eisen blau gefärbt.

Chromerze.

(Fig. 3 und 4).

Das 1797 von Buckland entdeckte Metall Chrom findet sich nur mit Sauerstoff verbunden. Besonders wichtig ist der Chromit, das Chromeisenerz, welches dem Magnetit oder Magneteisenerz ähnlich und in der Zusammensetzung verwandt ist. Er ist nämlich nach derselben allgemeinen Formel $RO \cdot R_2O_3$ zusammengesetzt, worin RO vorwaltend FeO mit stellvertretender Magnesia, R_2O_3 wesentlich Cr_2O_3 Chromoxyd mit stellvertretender Thonerde ist, daher der für die Gewinnung wichtige Chromgehalt wechselt. Krystallisiert regulär als Oktaeder (Fig. 4), bildet gewöhnlich nur Körner, oder derbe krystallinischkörnige bis dichte Massen, oder findet sich eingesprengt, meist in Serpentin. Er ist bräunlich schwarz, halbmetallisch glänzend, undurchsichtig, schwach magnetisch, hat braunen Strich, H. = 5,5 und sp. G. = 4,3—4,6. Er ist vor dem Lötrohre unschmelzbar und in Säuren unlöslich. Findet sich zu Kraubat in Steiermark, Hrubschütz in Mähren, Grochau in Schlesien, Röraas in Norwegen, Nantes in Frankreich, Katharinenburg in Sibirien, in Maryland, Pennsylvanien, New-Jersey, Massachusetts, Baltimore (Fig. 3) in Nordamerika u. s. w. und dient hauptsächlich zur Darstellung des Chromoxydes, der Chromsäure und deren Verbindungen.

Der Chromocher (Fig. 3), welcher zuweilen auch mit Chromit vorkommt, ist wahrscheinlich unreines Chromoxyd, welches apfelgrün und erdig als Ueberzug, Anflug und eingewachsen gefunden wird.

Antimon-Minerale.

(Fig. 5—10).

Das Antimon, Stibium, Spießglanz ist nicht selten und findet sich außer als Metall meist in Verbindung mit Schwefel oder Sauerstoff. Das Schwefelantimon Sb_2S_3 für sich den Antimonit bildend, erscheint oft in Verbindungen mit anderen Schwefelmetallen, weniger reichlich findet sich das Antimonoxyd Sb_2O_3 für sich und die Antimonsäure Sb_2O_5 in Verbindungen.

Antimon, Spießglanz, Spießglas, Stibium (Fig. 5).

Krystallisiert selten deutlich, hexagonal rhomboedrisch, ein dem Hexaeder ähnliches Rhomboeder bildend, dessen Endkantenwinkel = 87° 35′ ist, dieses kombiniert mit der Basisfläche (Fig. 5) und einem stumpferen Rhomboeder; gewöhnlich findet es sich derb und eingesprengt, krystallinischkörnig, oder bildet krummflächige, kuglige, nierenförmige und traubige Gestalten. Ist basisch spaltbar, weniger vollkommen nach einem Rhomboeder mit den Endkanten = 117° 8′. Es ist zinnweiß, gelblich oder graulich anlaufend, metallisch glänzend, undurchsichtig, wenig spröde, hat H. = 3,0—3,5 und sp. G. = 6,6—6,7. Schmilzt vor dem Lötrohre auf Kohle leicht, verdampft und beschlägt die Kohle weiß mit Antimonoxyd; im Glasrohre erhitzt desgleichen, ein weißes Sublimat von Antimonoxyd bildend. Löst sich leicht in Salpetersäure, die Lösung gibt mit Schwefelwasserstoff versetzt einen orangegelben Niederschlag. Findet sich sparsam, wie zu Andreasberg am Harz, Przibram in Böhmen, Allemont im Dauphiné in Frankreich, Sala in Schweden, auf Borneo, in Mexiko u. s. w. Das Antimon wird hauptsächlich in der Schriftgießerei und zu

Stereotypen, sodann auch zu verschiedenen anderen Legierungen gebraucht; ferner dient es zu allerlei chemischen Präparaten und verschiedenen Malerfarben; das meiste Metall wird jedoch erst aus dem Antimonit dargestellt. Eine besondere Rolle hat es früher in der Alchemie gespielt, obwohl es erst im 15. Jahrh. als Metall entdeckt und erkannt wurde; die Schwefelverbindungen waren jedoch schon früher bekannt. Auch die Chinesen verwendeten dasselbe schon längst in Verbindung mit Kupfer, Zinn und Zink zur Darstellung der unter dem Namen Tutanego bekannten Legierung. Die Anwendung des Antimon zu dergleichen Legierungen beruht hauptsächlich auf der Eigenschaft, andere Metalle hart und zugleich leichtflüssig zu machen.

Antimonit, Antimonglanz, Grauspießglanzerz, (Fig. **6—8**).

Krystallisiert rhombisch und bildet meist spießige (Fig. **7** von Wolfsberg am Harz) bis nadelförmige (Fig. **8**) Krystalle, übergehend in Fasern, welche stengligen, nadelförmigen bis fasrigen Individuen aufgewachsen vorkommen oder zu derben Massen verwachsen sind. Prachtvolle und große flächenreiche Krystalle finden sich bei Ichinokawa auf der Insel Shikoku in Südjapan, deutliche, wie sie zu Schemnitz und Kremnitz und Felsöbanya in Ungarn vorkommen, zeigen (Fig. **6**) ein rhombisches Prisma mit den Längsflächen, pyramidal zugespitzt, sind vertikal gestreift, oft gebogen und geknickt. Außerdem bildet er blättrige und körnige Aggregate, bisweilen ist er fast dicht, doch dabei kryptokrystallinisch. Die vollkommenen Spaltungsflächen deutlicher Krystalle sind den Längsflächen parallel. Er ist bleigrau bis stahlgrau, stark metallisch glänzend, undurchsichtig, läuft meist grau, schwarz oder bunt an, ist milde, leicht zerbrechlich, hat H. = 2,0 und sp. G. = 4,6 bis 4,7. Er ist $Sb_2 S_3$ mit 71,8 Proz. Antimon und 28,2 Schwefel; in heißer Salzsäure löslich, desgleichen in Salpetersäure, Antimonoxyd ausscheidend, auch in Kalilauge. Vor dem Lötrohre schmilzt er sehr leicht, die Flamme grünlich färbend, verflüchtigt sich und setzt auf der Kohle weißen Beschlag von Antimonoxyd ab. Im Glasrohre schmilzt er, antimonige Säure, (antimonsaures Antimonoxyd) und Antimonoxyd als Sublimat bildend. Er ist nicht selten, findet sich außer in Japan und Ungarn bei Wolfsberg (Fig. **7**) und Andreasberg am Harz, Bräunsdorf in Sachsen, Prizibram in Böhmen, (Fig. **8** strahliger) Arensberg in Westphalen, Wolfach in Baden, Toplitza in Siebenbürgen und vielen anderen Orten.

Pyrantimonit, Pyrostibit, Rotspießglanzerz, Antimonblende (Fig. **9**).

Ein sehr interessantes, aber selten vorkommendes Mineral, wie bei Bräunsdorf in Sachsen, Przibram in Böhmen, Pernek bei Bösing in Ungarn, Allemont im Dauphiné, Southam in Ost-Canada. Bildet nadelförmige bis fasrige Krystalle, welche wahrscheinlich monoklin sind, verwachsen zu büschelförmigen Gruppen, auch derb und eingesprengt, dabei radialfasrig. Er ist kirschrot, perlmutterglänzend bis diamantartig, schwach durchscheinend, hat gleichfarbigen Strich, H. = 1,0—1,5 und sp. G. = 4,5 bis 4,6. Bezüglich der Zusammensetzung stellt er den seltenen Fall der Verbindung des Antimon mit Schwefel und Sauerstoff dar, indem er der Formel $2 Sb_2 S_3 + Sb_2 O_3$ entspricht.

Das sogenannte Zundererz von Andreasberg und Clausthal am Harz, welches aus feinen unregelmäßigen Krystallfasern bestehende zunderähnliche Ueberzüge und Anflüge von kirschroter bis schwärzlichroter Farbe bildet, wurde früher für Pyrantimonit gehalten, scheint aber ein Gemenge von Heteromorphit, Mißpickel und Pyrargyrit zu sein.

Antimonoxyd, reguläres und rhombisches.

Dasselbe $Sb_2 O_3$ ist dimorph und bildet eine reguläre Spezies, den Senarmontit, und eine rhombische, Valentinit oder Weißspießglanzerz genannt. Die erstere fand sich sehr schön krystallisiert, Oktaeder (Fig. **10**) bildend bei Sansa in der Provinz Constantine in Algerien, auf- und eingewachsen in dichtem Antimonoxyd, ist farblos, weiß bis grau, diamant- bis wachsglänzend, durchsichtig bis durchscheinend, hat H. = 2,0—2,5 und sp. G. = 5,22 bis 5,30. Der Valentinit (Weißspießglanzerz, Antimonblüte), bildet tafelartige, zum Teil fächerartig verwachsene oder nadelförmige bis fasrige Krystalle, welche meist büschelförmig gruppiert sind, findet sich derb und eingesprengt, radialfasrig, auch derbe, aus bis erbsengroßen Kugeln bestehende Massen bildend, oolithisch, wobei die Kugeln im Innern radialfasrig sind (so bei Sansa in Constantine). Er ist ziemlich selten, wurde beispielsweise bei Bräunsdorf in Sachsen, Wolfsberg am Harz, Przibram in Böhmen, Perneck bei Bösing in Ungarn (wo auch Senarmontit vorkommt), bei Felsöbanya in Ungarn, Horhausen in Rheinpreußen und Sansa in Constantine gefunden.

Durch Zersetzung des Antimonit und anderer Antimon enthaltender Minerale entstehen verschiedene weiße bis gelbe, erdige bis feste, selbst krystallinische Minerale, welche man früher allgemein als Antimonocher, (Spießglanzocher) bezeichnete, später aber wegen der wechselnden Zusammensetzung in mehrere Arten trennte. Sie sind wasserhaltige Verbindungen des Antimonoxydes und der Antimonsäure.

Arsen-Minerale (Fig. **11—20**).

Das Arsen ist dem Antimon verwandt und schon lange bekannt. Es findet sich für sich oder in Verbindungen mit Schwefel oder Sauerstoff; häufig ist es als Schwefelarsen $As_2 S_3$ in Verbindung mit Schwefelmetallen, wie Schwefel-Silber, Blei, Kupfer, Nickel, Eisen, Kobalt u. a. anzutreffen. Die meisten Verbindungen, besonders die mit Sauerstoff sind giftig, und da es sich leicht oxydiert, so sind im allgemeinen alle Arsenverbindungen dem tierischen Körper nachteilig. Die Arsen enthaltenden Minerale geben vor dem Lötrohre erhitzt, wenigstens in der inneren Flamme oder mit Soda zusammengeschmolzen einen starken widerlichen Knoblauch- oder Phosphorgeruch und einen grauen Rauch, der sich nur sparsam auf der Kohle anlegt, welcher Beschlag leicht fortzublasen ist. Im Kolben erhitzt liefern sie Arsen als Beschlag, nach Umständen Schwefelarsen, teils Sublimat arseniger Säure, welches oft aus farblosen glänzenden Oktaedern besteht.

Arsen, Arsenik, gediegen Arsen, Scherbenkobalt, Fliegenstein (Fig. **11**).

Arsen, isomorph mit Antimon findet sich selten krystallisiert, bildet gewöhnlich krummflächige, traubige, nierenförmige oder geflossene Gestalten, mit krystallinisch körniger, stengliger bis fasriger, meist gleichzeitig mit krummschaliger Absonderung entsprechend der Oberfläche, findet sich derb und eingesprengt und erscheint mikrokrystallisch bis fast dicht. Es ist licht bleigrau oder zinnweiß, doch nur wenn es frisch angeschlagen wird, weil es an der Oberfläche rasch grau bis schwarz anläuft, sich mit Sauerstoff zu Suboxyd verbindend. Im frischen Bruche zeigt es metallischen Glanz, ist undurchsichtig, spröde, hat. H. = 3,5 und sp. G. = 5,7—5,8. Enthält oft etwas Antimon. Verflüchtigt sich vor dem Lötrohre mit dem angegebenen Geruche und sublimiert im Kolben. Durch Salpetersäure wird es in arsenige Säure umgewandelt und aufgelöst. Findet sich zu Andreasberg (daher auch das Fig. **11** abgebildete krummschalig abgesonderte Stück) am Harz, bei Freiberg und Schneeberg in Sachsen, Joachimsthal in Böhmen, Wittichen in Baden, Allemont im Dauphiné in Frankreich u. a. a. O. Am letzgenannten Orte, sowie bei Andreasberg am Harz und Przibram in Böhmen findet sich auch der Allemontit, eine Mittelspezies zwischen Antimon und Arsen, welche beide Elemente gleichzeitig enthält.

Das Arsen dient zur Darstellung der arsenigen Säure (des weißen Arsenik), des Realgar und Auripigment. Das unter dem Namen Scherbenkobalt oder Fliegenstein in Handel gebrachte Arsen ist ein Röstprodukt, welches beim Abrösten Kobalt und Nickel enthaltender Kiese gewonnen wird.

Auripigment, Operment, Rauschgelb, gelbe Arsenblende, gelbes Schwefelarsen (Fig. 12—14).

Krystallisiert rhombisch, bildet kleine (Fig. 14), selten deutliche Krystalle, welche die Kombination eines Prisma von 117° 49′, der Längsflächen und eines Querdoma von 83° 37′ (Fig. 13) und andere darstellen, ist vollkommen spaltbar parallel den Längsflächen, findet sich krystallinisch blättrig (Fig. 12), körnig bis dicht, auch nierenförmig, kuglig und traubig, erdig als Anflug. Das Auripigment ist citronen- bis orangegelb, wachsglänzend, auf den vollkommenen Spaltungsflächen perlmutterartig, durchscheinend bis undurchsichtig, hat gleichfarbigen Strich, ist milde, in Blättchen biegsam, hat H. = 1,5—2,0 und sp. G. = 3,4—3,5. Es ist As_2S_3 mit 61 Proz. Arsen und 39 Schwefel, in Königswasser und in Kalilauge auflöslich, verflüchtigt sich im Glasrohre erhitzt und setzt arsenige Säure als Sublimat ab. Vor dem Lötrohre auf Kohle verdampft es, schweflige Säure und Arsendämpfe entwickelnd. Findet sich ausgezeichnet zu Kapnik in Siebenbürgen und Moldava im Banat, Andreasberg am Harz, in der Solfatara bei Neapel, in der Walachei, in Natolien, Mexiko u. s. w., dient feingemahlen unter dem Namen Königsgelb als Malerfarbe, in der Färberei zur Darstellung der kalten Küpe. Das meiste im Handel befindliche Auripigment wird indes aus den Röstprodukten arsenhaltiger Kiese künstlich dargestellt, enthält auch meist etwas arsenige Säure, daher es auf den tierischen Organismus giftiger wirkt als das Mineral.

Realgar, Sandarach, Rubinschwefel, Rauschrot, rote Arsenblende (Fig.. 15 und 16).

Krystallisiert monoklin, bildet prismatische Krystalle, welche (Fig. 16) die Kombination zweier Prismen, der Längsflächen, Basisflächen und eines Längsdoma, oder (Fig. 15) die Kombination eines Prisma mit den Quer-, Längs- und Basisflächen und einer Hemipyramide und andere, zum Teil sehr flächenreiche Kombinationen darstellen, findet sich auch derb und eingesprengt, als Überzug und Anflug. Es ist morgenrot, wachsglänzend, halbdurchsichtig bis kantendurchscheinend, hat orangegelben Strich, H. = 2,5—3,0 und sp. G. = 3,4—3,6. Ist AsS mit 70,1 Arsen und 29,9 Schwefel, schmilzt vor dem Lötrohre leicht und verbrennt mit weißgelber Flamme, Arsengeruch entwickelnd, verflüchtigt sich im Glasrohre erhitzt, arsenige Säure als Sublimat bildend, wird von Säuren schwierig angegriffen und verwandelt sich in erwärmter Kalilauge in ein dunkelbraunes Pulver. Durch den Einfluß des Lichtes verwandelt es sich allmählich in ein orangegelbes Pulver, weshalb es in Sammlungen nicht aufgestellt, sondern nur in Schubladen aufbewahrt werden kann. Fundorte und Verwendung wie bei dem vorigen, als Farbe und in der Feuerwerkerei, auch hier mehr das künstlich gewonnene.

Mißpickel, Arsenkies, Arsenikkies, Giftkies, (Fig. 17).

Krystallisiert rhombisch, lang- bis kurzprismatische (Fig. 17) Krystalle bildend, durch das Prisma von 111° 12′ mit einem Längsdoma von 146° 28′, einem Querdoma u. a. m., die oft zwillingsartig verwachsen sind, außer krystallisiert auch derb, stenglig bis körnig abgesondert und eingesprengt. Silberweiß bis licht stahlgrau mit schwarzem Striche, metallisch glänzend, undurchsichtig, spröde, hat H. = 5,5—6,0 und sp. G. = 6,0—6,2. Ist $FeAs_2 + FeS_2$ mit 34,4 Eisen, 46,0 Arsen und 19,6 Schwefel, bisweilen kobalthaltig. Schmilzt vor dem Lötrohr zu einer schwarzen magnetischen Kugel, Arsengeruch entwickelnd, bildet im Kolben erhitzt ein Sublimat von Schwefelarsen und Arsen, ist in Salpetersäure auflöslich, Schwefel und arsenige Säure abscheidend. Findet sich im sächsischen und böhmischen Erzgebirge, bei Kupferberg, Altenberg und Reichenstein in Schlesien, Göllnitz in Ungarn, Orawicza im Banat, in England, Schottland, Schweden, Norwegen, u. s. w. und wird vorzüglich zur Gewinnung des Arsen benützt.

Es giebt auch noch zwei rhombische Spezies, welche schwefelfreies Arseneisen darstellen, den Löllingit $FeAs_2$ und den Leukopyrit Fe_2As_3, welche in der Form, Farbe und Vorkommen dem Mißpickel sehr ähnlich sind, sich aber vor dem Lötrohre, im Kolben und bei der Behandlung mit Säure leicht unterscheiden lassen.

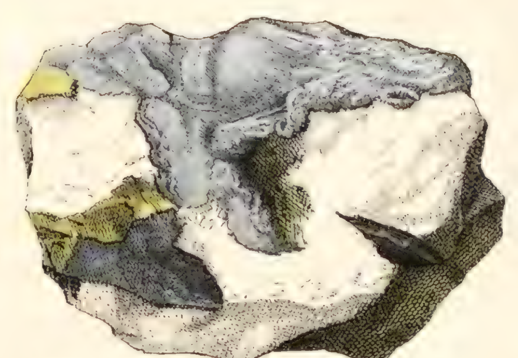
Arsenige Säure, Arsenit und Arsenblüte (Arsenikblüte, Fig. 18).

Die arsenige Säure As_2O_3 mit 75,76 Proz. Arsen und 24,24 Sauerstoff ist dimorph und isomorph mit dem Antimonoxyd, krystallisiert regulär, Oktaeder (Fig. 18 aus der Auvergne in Folge eines Erdbrandes entstanden) bildend oder die Kombination des Oktaeders mit dem Rhombendodekaeder, (wie solche Krystalle sich beim Rösten mancher Arsenminerale bilden, selten als mineralische Vorkommnisse gefunden werden) und ist spaltbar parallel den Oktaederflächen, oder rhombisch, gewöhnlich als Mineral nur fasrige Krystalle bildend. Die reguläre Spezies heißt Arsenit, die rhombische Arsenblüte oder Claudetit. Bei den mineralischen Vorkommnissen, die gewöhnlich nur krystallinische Krusten, flockige und mehlige Überzüge und Anflüge bilden, läßt sich die Art weniger unterscheiden, weshalb man früher nur eine Spezies aufstellte und sie Arsenikblüte nannte. Als Fundorte sind Biber in Hessen, Andreasberg am Harz, Joachimsthal in Böhmen und Kapnik in Siebenbürgen zu nennen. Beide Minerale sind farblos bis weiß, durch Beimengungen gelblich oder grünlich gefärbt. Der Arsenit hat H. = 2,5 und sp. G. = 3,6—3,7. Das chemische Verhalten ist bei beiden dasselbe, indem die arsenige Säure im Wasser löslich ist, einen süßlich-herben Geschmack erregt, vor dem Lötrohre auf Kohle zu Arsen reduzierbar mit Knoblauchgeruch verdampft, im Kolben erhitzt als Sublimat kleine farblose Oktaeder bildet. Sie ist ein starkes Gift, wird künstlich dargestellt und unter dem Namen weißer Arsenik, Weißarsenik oder Rattengift in den Handel gebracht. Trotzdem sie ein Gift ist, wird sie von Menschen in kleinen Quantitäten genossen und selbst Tieren, wie Pferden und Schweinen eingegeben, um denselben ein kräftiges Aussehen zu verleihen.

Pharmakolith, arsensaure Kalkerde (Fig. 19 u. 20).

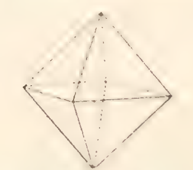
Krystallisiert monoklin und bildet kleine tafelartige Krystalle (Fig. 19) durch ein Prisma mit den vorherrschenden Längsflächen und einer Hemipyramide, auch lang- und kurzprismatische zum Teil flächenreiche Kombinationen und ist parallel den Längsflächen vollkommen spaltbar. Außerdem kommt er strahlig, blättrig, nadelförmig, büschlig (Fig. 20), kuglig, traubig vor, auch erdig als Ueberzug und Anflug. Er hat oft Aehnlichkeit in den fasrigen, kugligen und erdigen Vorkommnissen mit solchen der Arsenikblüte genannten arsenigen Säure, daher man ihn auch so nannte. Er ist farblos bis weiß, gelblich, bisweilen rötlich durch beigemengten Erythrin gefärbt, perlmutterglänzend auf den Längsflächen, der fasrige seidenartig, durchscheinend, hat H. = 2,0—2,5 und sp. G. = 2,73. Er ist wasserhaltige arsensaure Kalkerde mit 6 H_2O auf 1 As_2O_5 und 2 CaO; gibt im Kolben erhitzt Wasser, schmilzt in der Zange in der Oxydationsflamme zu weißem Email und färbt die Flamme hellblau, auf Kohle Arsendämpfe entwickelnd, zu einem durchscheinenden Korne. In Säuren ist er ohne Brausen löslich, in Wasser unlöslich im Gegensatz zu der ähnlich vorkommenden arsenigen Säure. Findet sich bei Andreasberg am Harz, Joachimsthal in Böhmen, Wittichen im Schwarzwald (Fig. 20), Markirchen im Elsaß, Riechelsdorf in Hessen u. s. w., am schönsten in den alten Grubengebäuden als Zersetzungsprodukt arsenhaltiger Kobaltkiese, wenn die Gangmasse Kalk enthält.

Bei Riechelsdorf in Hessen fand sich ein ähnliches, kuglige und traubige Aggregate bildendes Mineral, welches Pikropharmakolith genannt wurde, weil es neben der Kalkerde auch Magnesia enthält.



1. Molybdänit in Quarz aus Wallis.

2. Molybdänitkrystall.

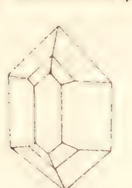


4. Chromitkrystall.

3. Derber Chromit mit Chromocher.



5. Antimonkrystall.



6. Antimonit-krystall.



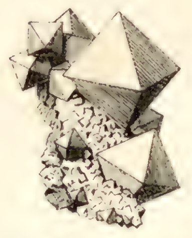
7. Antimonit.



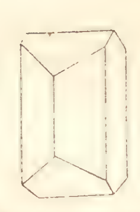
8 Antimonit von Przibram in Böhmen.



9. Pyrantimonit von Bräunsdorf in Sachsen.



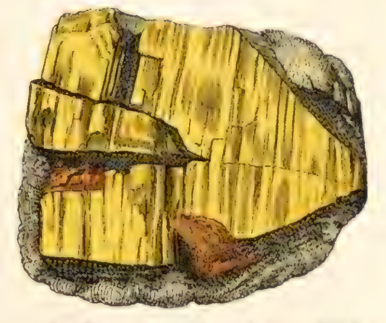
10. Senarmontit.



13. Auripigmentkrystall.



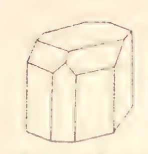
11. Arsen von Andreasberg am Harz.



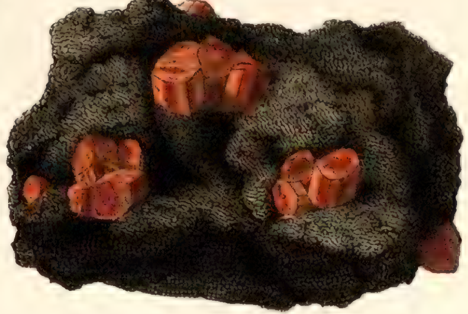
12. Auripigment aus der Türkei.



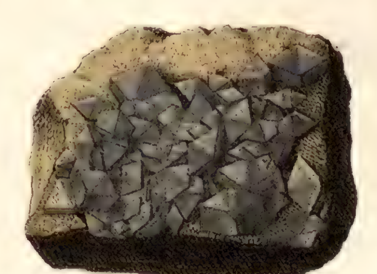
14. Auripigment von Neusohl in Ungarn.



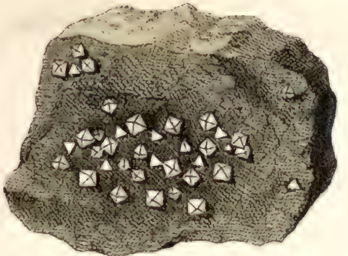
15. Realgarkrystall.



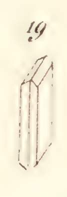
16. Realgarkrystalle auf Mergel von Kapnik in Ungarn.



17. Mißpickel von Freiberg in Sachsen.



18. Arsenitoktaeder.



19 u. 20. Pharmakolith.

Zweiter Teil:

Geologie und Paläontologie.

Geologie.

Was ist Geologie?

Geologie, d. h. Erdlehre (vom griechischen ge, Erde und logos, Gedanke, Lehre), ist die Wissenschaft vom Bau und der Entstehung der Erde, sowie von den heutzutage noch auf ihr stattfindenden Vorgängen der Zerstörung und Neubildung. Sie zerfällt in mehrere Zweige, die mehr oder minder vollkommen ausgebildet sind, je nachdem sie der Erforschung offenstehende oder schwer zugängliche oder ganz unzugängliche Gebiete der Erde, wie die Pole und die Tiefen des Erdkörpers, berühren.

Ein Teil der Geologie wird auch als Geognosie, d. h. Erdkenntnis (vom griechischen gnosis, die Kenntnis), bezeichnet. Diese begreift unsere Kenntnis vom Bau des uns zugänglichen Teils der Erdrinde und von der Beschaffenheit und Lagerung der sie zusammensetzenden Felsarten. Sie zieht die Entstehungsweise der Erdrinde und der Felsarten nur nebenbei in Betracht.

Ein maßgebender Teil der Geognosie ist die Petrographie, das heißt Felsarten-Beschreibung (vom griechischen petros, Fels und graphein, schreiben). Sie behandelt die Beschaffenheit und Zusammensetzung der Felsarten oder Gesteine, setzt namentlich mineralogische Kenntnisse voraus und stellt eine Art von Mittelglied zwischen Mineralogie und Geognosie dar.

Auf ganz anderem geologischen Gebiete bewegt sich die Geogonie oder Erd-Entstehungslehre (vom griechischen gonos, Erzeugung). Sie verknüpft die bruchstückweisen Kenntnisse, die wir von der Entstehung und der allmählichen Umgestaltung der Erde besitzen, unter Zuhilfenahme von mehr oder minder berechtigten Hypothesen. Sie ist also die natürliche Geschichte des Erdplaneten und knüpft daher auch an die Astronomie an, welche die Erde als Weltkörper betrachtet.

Die so gegliederte Geologie benützt viele Zweige der übrigen Naturwissenschaften als Hilfsfächer. Mineralogie und Astronomie, Physik und Chemie, Botanik und Zoologie müssen ihr bald hier, bald da zu Hilfe kommen und zur Lösung der großen Aufgabe beitragen.

Im nächsten Verband mit der Geologie steht namentlich die Paläontologie, das heißt die Lehre von den alten Lebewesen (vom griechischen palaios, alt, und on, Wesen, logos, Lehre). Sie begreift unsere Kenntnisse von den Pflanzen und Tieren, welche im Verlaufe der Ausbildung der Erdrinde die jeweilige Erdoberfläche und das Meer bewohnten und deren Reste in den damals gebildeten neuen Bodenschichten sich mehr oder minder vollständig bis auf unsere Tage forterhielten. Sie heißt auch Versteinerungskunde oder Petrefaktenkunde, weil die Reste vorweltlicher Lebewesen oder Fossilien gewöhnlich in Stein oder Erz umgewandelt vorkommen.

Die Geologie ist eine verhältnismäßig noch junge Wissenschaft, die namentlich aus dem deutschen Bergbau sich emporschwang. Das Altertum brachte nur eine Reihe von mehr oder minder dichterisch ausgeschmückten Schöpfungs-Sagen und hie und da auch von vereinzelten geologischen Versuchen hervor. Die ersten Anfänge zu einer auf Thatsachen gegründeten und wissenschaftlich geordneten Geologie fallen in den Anfang des XVI. Jahrhunderts.

Georg Agricola, geboren 1494, lebte als Arzt in der Bergstadt Joachimsthal im böhmischen Erzgebirge. Er stellte die Kenntnisse seines Zeitalters an physischer Geographie, an Bergbau und Mineralogie ordnungsmäßig zusammen und kann als erster Begründer einer erfahrungsgemäßen Geologie gelten. Er starb 1555.

Nach ihm zeichneten sich der Däne Nikolaus Steno (um 1669), der Franzose Buffon (um 1743), dann zwei deutsche Bergbaukundige, Lehmann (um 1736) und Füchsel (um 1762) rühmlich aus.

In der Folge rangen mehrere Schulen um die Vorherrschaft im Bereiche der Geologie. In den Vordergrund traten nun die Neptunisten und Vulkanisten. Erstere leiteten die Erde aus dem Wasser, letztere vom Feuer her.

Die heutige Geologie läßt ihnen beiden, soweit sie auf richtigem Wege waren, ihr Recht angedeihen, führt aber noch ein anderes Element von großer Bedeutung ein: die ununterbrochene Umbildung der neugebildeten neptunischen und vulkanischen Gebilde — den Metamorphismus oder die Umbildungsthätigkeit.

Die Neptunisten schrieben vorwiegend oder ausschließlich dem Wasser die ursprüngliche Bildung der Erdmasse zu. Diese Ansicht stammt aus den ältesten Zeiten schriftlicher Überlieferung. Sie herrschte bei den Ägyptern und der Mehrzahl der Griechen. Moses und die Hebräer waren gleicherweise Neptunisten.

Die griechischen Weisen betrachteten meistens das Meer als den Schooß aller irdischen Erzeugnisse. Doch gab es unter ihnen auch schon Gelehrte, welche den Ätna in Sizilien und andere vulkanische Ausbruchsstätten der Mittelmeer-Länder kannten und daraufhin dem Feuer einen mehr oder minder bedeutenden Anteil an der Entstehung des Erdkörpers zuschrieben.

Die Neptunisten der neueren Zeit lehrten, das sogenannte Urgebirge, welches den Kern unserer meisten Gebirge bildet, sei aus wässerigem Lösungsmittel in krystallinischer Form niedergeschlagen worden. Sie leiteten auch eine Reihe von jüngeren Felsarten, wie namentlich den Porphyr und den Basalt, von derartigen Niederschlägen ab und wollten der Thätigkeit des Feuers bei der Gestaltung der Erdrinde nur einen untergeordneten Anteil zugestehen.

In den Vordergrund der naturwissenschaftlichen Fächer trat die Geologie erst mit der ordnenden und schaffenden Thätigkeit des seinerzeit vielgefeierten Freiberger Bergbaukundigen und Professors Abraham Gottfried Werner (geboren 1750, gestorben 1817), des größten und letzten der Neptunisten. Seine berühmten Schüler waren: Leopold von Buch (gestorben 1853) und Alexander von Humboldt (gestorben 1859).

In das Zeitalter Werners fällt der gedachte mehrjährige Streit der Neptunisten und Vulkanisten über die Art der ersten Entstehung und der nachfolgenden Ausbil-

Schwefeleisen, FeS, selten Schwefelkadmium. Sie ist in Salpetersäure auflöslich, Schwefel abscheidend, zerknistert vor dem Lötrohre auf Kohle erhitzt heftig, giebt Schwefel- und Zinkrauch, welcher letzterer auf der Kohle einen gelben, beim Abkühlen weißen Beschlag bildet und mit Kobaltsolution befeuchtet und erhitzt, dunkelgrün wird. Beim Schmelzen mit Soda in der inneren Flamme scheidet sich Zink aus. Ist die Zinkblende kadmiumhaltig, so zeigt der Zinkoxydbeschlag einen bräunlichen Saum.

Die Zinkblende ist ein sehr verbreitetes Mineral. Schöne Krystalle finden sich bei Kapnik (**Fig. 23** die Kombination des Rhombendodekaeders mit dem Oktaeder) und Schemnitz in Ungarn, in Böhmen und im Erzgebirge, am Harz, in Kärnthen, Cornwall, in der Schweiz, in Schweden, Norwegen u. s. w. Wo sie in großer Menge vorkommt, wird sie auf Zink verhüttet.

Zu der Zinkblende wurden auch gewisse, Strahlen-, Leber- und Schalenblende genannte Vorkommnisse von ZnS gerechnet, welche stenglig bis fasrig, zum Teil stalaktitisch sind, doch wurde nach dem Vorkommen von Przibram in Böhmen und von Oruro in Bolivia gefunden, daß diese meist einer anderen dimorphen Spezies angehören, welche deshalb getrennt und als hexagonal krystallinische Wurtzit oder Spiautrit genannt wurde. Dieser verwandt ist die seltene Kadmiumblende, der Greenockit CdS von Bishopton in Renfrewshire in Schottland, (**Fig. I Taf. 23**) Przibram in Böhmen, Kirlibaba in der Bukowina, Friedensville in Pensylvanien und Schwarzenberg in Sachsen, welche hexagonal krystallisiert und deren Krystalle hemimorphe Bildung zeigen. So sind in dem in der **Fig. I** dargestellten Krystalle mit dem Prisma an dem einen Ende 3 hexagonale Pyramiden; an dem andern nur die mittlere derselben, an dem einen Ende eine Basisfläche sehr klein, an dem andern vorherrschend ausgebildet zu sehen.

Rotzinkerz (**Fig. 24**), Zinkeisenerz (Franklinit),

Das Rotzinkerz, auch Zinkit genannt, findet sich bei Sparta, Franklin und Stirling in New-Jersey derb, krystallinisch-körnig bis blättrig und schalig, und ist hexagonal basisch und prismatisch spaltbar, blut- bis hyazinthrot, diamantglänzend, an den Kanten durchscheinend, hat orangegelben Strich, H. = 4,0—4,5 und sp. G. = 5,4 bis 5,7. Es ist Zinkoxyd mit etwas Eisen, vor dem Lötrohre unschmelzbar und in Säuren auflöslich. In ihm eingewachsen und mit demselben verwachsen findet sich

das Zinkeisenerz, auch Franklinit genannt, reguläre Krystalle, Oktaeder, auch Kombinationen dieses mit dem Rhombendodekaeder (**Fig. 24**) bildend, doch sind die Krystalle meist an den Kanten und Ecken abgerundet, in unbestimmt eckige Körner übergehend; außerdem findet es sich derb in körnigen Aggregaten und eingesprengt. Es ist unvollkommen oktaedrisch spaltbar, hat muschligen bis unebenen Bruch, ist eisenschwarz, unvollkommen metallisch glänzend, undurchsichtig, hat braunen Strich, H. = 6,0 bis 6,5 und sp. G. = 5,0—5,1. Das mit Rotzinkerz und Kalkspat bei Franklin und Stirling in New-Jersey vorkommende Mineral entspicht der allgemeinen Formel $RO . R_2O_3$ und enthält wesentlich Zinkoxyd mit Eisenoxyd mit etwas Eisen- und Manganoxydul und Manganoxyd. Vor dem Lötrohre ist es unschmelzbar und giebt auf Kohle Zinkbeschlag, in erwärmter Salzsäure ist es auflöslich, Chlor entwickelnd.

Zinkspat, Smithsonit, kohlensaures Zinkoxyd, Galmei zum Teil. (**Fig. 25 u. 26**).

Er krystallisiert ähnlich dem Calcit und Siderit, seine Grundgestalt ist ein stumpfes Rhomboeder mit dem Endkantenwinkel = 107° 40′ und spaltet nach diesem deutlich. Er bildet in Drusen aufgewachsene, gewöhnlich kleine Krystalle (**Fig. 25**), welche jenes Rhomboeder zeigen oder auch andere und Kombinationen, so z. B. (**Fig. 26**) die Kombination eines spitzeren und eines stumpferen Rhomboeders. Häufig bildet er nierenförmige, kuglige, traubige, stalaktitische Gestalten mit fasriger bis stengliger krystallinischer Absonderung; findet sich krystallinisch-körnig bis dicht, derb und eingesprengt und als Überzug. Er ist farblos, weiß, grau, gelb, braun, rot, grün, glas- bis perlmutterglänzend, halb- bis undurchsichtig, spröde, hat weißen Strich, H. = 5 und sp. G. = 4,1—4,5. Der reinste hat die Formel $ZnO . CO_2$ mit 64,8 Proz. Zinkoxyd und 35,2 Kohlensäure, enthält jedoch meist etwas stellvertretendes Eisen- oder Manganoxydul, Kalkerde und Magnesia, der derbe und dichte meist auch fremdartige Beimengungen, wie von Eisenocher und Thon. In Säuren ist er mit Brausen auflöslich, vor dem Lötrohre unschmelzbar, die Kohle mit Zinkoxyd beschlagend, welches heiß gelb ist, nach dem Abkühlen weiß wird.

Der Zinkspat ist das Hauptzinkerz und wird überall, wo er in größerer Menge vorkommt, wie im Altenberg (**Fig. 25** und **26**) bei Aachen, bei Brilon in Westphalen, Wieslock in Baden, Tarnowitz in Schlesien, Bleiberg in Kärnthen, Cheßy bei Lyon, Nertschinsk in Sibirien, in England, Spanien, Nordamerika u. a. O. zur Gewinnung des Zinkes benützt.

Wasserhaltiges kohlensaures Zinkoxyd ist der weiße erdige bis fasrige Hydrozinkit (auch Zinkblüte genannt), welcher in Kärnthen und Spanien vorkommt, dem sich auch der Buratit und Aurichalcit anschließen, welche blau bis grün gefärbt noch neben Zinkoxyd Kupferoxyd enthalten.

Hemimorphit, Kieselzinkerz, Galmei zum Teil, Kieselgalmei (**Fig. 27**).

Dieses meist mit Zinkspat vorkommende Mineral krystallisiert rhombisch und seine Krystalle sind gewöhnlich tafelartig (**Fig. 27**), durch die vorherrschenden Längsflächen. Sie haben die Eigentümlichkeit, daß sie, weil die beiden Enden verschieden ausgebildet sind, hemimorph sind, was man bei einigen andern Spezies auch beobachtete und diese Art der Ausbildung Hemimorphismus nannte. Die Krystalle sind oft sehr flächenreiche, wie die vom Altenberge bei Aachen, von Raibel und Bleiberg in Kärnthen, Tarnowitz in Schlesien, Rezbanya in Ungarn, Nertschinsk in Sibirien u. a. O. zeigen; er findet sich auch in kugligen, traubigen, nierenförmigen und anderen stalaktitischen Gestalten, stenglig und fasrig, körnig, dicht und erdig. Er ist vollkommen spaltbar parallel dem Prisma von 103° 50′, weniger parallel dem Querdoma von 117° 14′, farblos, weiß, grau, gelb, rot, braun, blau und grün, glas- bis diamantartig glänzend, auf den Längsflächen perlmutterartig, durchsichtig bis undurchsichtig, spröde, hat weißen Strich, H. = 5, sp. G. = 3,3—3,5 und wird durch Erwärmen polarisch elektrisch. Nach der Formel $H_2O . ZnO + ZnO . SiO_2$ zusammengesetzt enthält er 67,5 Zinkoxyd, 25 Kieselsäure und 7,5 Wasser. Er ist in Säuren auflöslich, Kieselgallerte abscheidend, gibt im Kolben erhitzt Wasser, ist vor dem Lötrohre zerknisternd unschmelzbar und giebt auf der Kohle Zinkoxydbeschlag. Mit Kobaltsolution befeuchtet und geglüht färbt er sich blau und stellenweise grün. Ihm verwandt ist der

Willemit, kieselsaures Zinkoxyd, $2ZnO . SiO_2$ ohne Wasser, 73 Proz. Zinkoxyd und 27 Kieselsäure enthaltend. Er findet sich selten, wie am Altenberge bei Aachen, bei Raibel in Kärnthen und Franklin in New-Jersey und krystallisiert hexagonal rhomboedrisch, gewöhnlich das hexagonale Prisma in Kombination mit einem stumpfen Rhomboeder zeigend. Beide Silikate werden, wenn sie reichlich vorkommen, zur Gewinnung des Zinkes benützt.

Der Zinkvitriol, Goslarit nach dem Vorkommen im Rammelsberge bei Goslar am Harz benannt, ist schwefelsaures Zinkoxyd mit Wasser, enthält auf $1 ZnO 1 S_3O$ und $7 H_2O$ oder 28,2 Proz. Zinkoxyd, 27,9 Schwefelsäure und 43,9 Wasser, krystallisiert rhombisch wie das Bittersalz, findet sich jedoch gewöhnlich nur stalaktitische Ueberzüge, Krusten und Beschläge bildend, meist als Zersetzungsprodukt der Zinkblende, ist farblos bis weiß, (daher weißer Vitriol genannt), zufällig graulich, gelblich, rötlich bis violblau, ist in Wasser leicht löslich und hat einen wider-

Titanerze (Fig. 13—21).

Das 1791 entdeckte Metall Titan findet sich nicht als solches, sondern in Verbindung mit Sauerstoff als Titansäure TiO_2 und diese für sich, drei verschiedene Spezies bildend, trimorph; außerdem ist diese Säure mit verschiedenen Basen in Verbindung, oft gleichzeitig mit Kieselsäure SiO_2. In diesen Mineralen ist die Titansäure dadurch zu erkennen, daß die Probe mit Phosphorsalz in der Oxydationsflamme ein farbloses Glas gibt, in der Reduktionsflamme ein gelbes, welches beim Erkalten durch rot in violett übergeht. Ist gleichzeitig Eisen vorhanden, so wird das Glas braunrot, was erst durch Zusatz von etwas Zinn oder Zink in violett übergeht.

Rutil, Anatas und Brookit (Fig. 13—18).

Diese drei Spezies sind Titandioxyd oder Titansäure, welche trimorph ist, indem zwei Spezies, der Rutil und Anatas quadratisch, aber auf verschiedene Weise krystallisieren und der Brookit rhombisch krystallisiert. Am häufigsten findet sich der Rutil, welcher quadratisch krystallisiert, isomorph mit dem Zinnerz. Seine Krystalle sind gewöhnlich prismatisch ausgebildet, zeigen vorherrschend quadratische und oktogonale Prismen (Fig. 16) kombiniert mit einer stumpfen quadratischen Pyramide, deren Endkantenwinkel = 123° 8′ und deren Seitenkanten = 84° 40′ sind, oder meist noch anderen Gestalten; die Krystalle sind auch zu Zwillingen und Drillingen (Fig. 17) verwachsen. Oft sind die Krystalle nadelförmig bis fasrig; auch findet er sich derb und eingesprengt, bisweilen in Körnern als Geschiebe. Er ist quadratisch prismatisch spaltbar, hat muschligen bis unebenen Bruch, ist rötlichbraun, braunrot bis rot, gelb, braun und schwarz, durchsichtig bis undurchsichtig, hat metallischen Diamantglanz, H. = 6,0—6,5 und sp. G. = 4,2—4,3. Vor dem Lötrohre ist er unschmelzbar, in Säuren unlöslich. Er findet sich ziemlich häufig in den Alpen der Schweiz und in Tyrol, in Kärnthen, Steiermark, Frankreich, Norwegen, Brasilien u. s. w. Große Krystalle kommen am Graves Mount in Georgia in Nord-Amerika vor. Er wird in der Porzellanmalerei zur Darstellung einer gelben Farbe benützt. Der Anatas krystallisiert auch quadratisch, bildet oft spitze quadratische Pyramiden (Fig. 13), deren Endkantenwinkel = 97° 51′ und die Seitenkantenwinkel = 136° 36′ sind, kombiniert mit der Basis (Fig. 15) und anderen Flächen, bisweilen flächenreiche Kombinationen. Die Krystalle sind aufgewachsen (Fig. 14 die spitze Pyramide darstellend auf Glimmerschiefer aus dem Tavetsch in Graubünden) und eingewachsen. Er ist vollkommen spaltbar parallel den Flächen der spitzen Pyramide und parallel den Basisflächen. Seine Farben sind verschieden, indigoblau bis schwarz, gelb, braun, rot, grau, selten ist er farblos, er glänzt diamantartig bis halbmetallisch, ist durchsichtig bis undurchsichtig, hat H. = 5,0 bis 5,5 und sp. G. = 3,8—3,93. Sein Verhalten vor dem Lötrohre und in Säuren ist das des Rutil. Findet sich im Dauphiné, in der Schweiz, bei Hof in Bayern, Sildre in Norwegen, am Ural, lose im Sand in Minas Geraes in Brasilien. Der viel seltenere Brookit krystallisiert rhombisch, bildet meist tafelartige Krystalle durch die vorherrschenden Längsflächen (Fig. 18 von Snowdon in Nordwales in England) in Kombination mit einem Prisma, einer Pyramide, den Basis- u. a. Flächen, bisweilen ist er pyramidal (der sog. Arkansit von Magnet-Cove in Arkansas in Nord-Amerika). Er ist braun, rotbraun bis braunrot, rötlichgelb auch schwarz, hat metallischen Diamantglanz, ist durchsichtig bis undurchsichtig, hat H. = 5,5—6,0, sp. G. = 4,1—4,2. Verhalten vor dem Lötrohre und gegen Säuren wie bei den vorigen. Findet sich bei Tremadoc und Snowdon in Wales in England (Fig. 18), Bourg d'Oisans im Dauphiné in Frankreich, im Maderanerthal u. a. O. in der Schweiz, bei Miask am Ural, Edenville in New-York.

Titanit, Sphen, Gelb- und Braunmenakerz (Fig. 19 und 20).

Krystallisiert monoklin und bildet sehr verschieden gestaltete, zum Teil sehr flächenreiche Krystalle. Eine verhältnismäßig sehr einfache Kombination ist die tafelartige (Fig. 19 vom St. Gotthard) durch das Prisma von 133° 54′ mit den Basisflächen und zwei Querhemidomen, die scheinbar prismatische (Fig. 20 von Lisenz in Tyrol) durch eine vorherrschende Hemipyramide von 136° 6′ mit anderen Gestalten. Häufig kommen Zwillinge vor. Er ist oft grün, auch bis gelb und braun, selten farblos, glasglänzend, zum Teil in Diamant- oder Wachsglanz übergehend, durchsichtig bis kantendurchscheinend, hat weißen bis grauen Strich, ist spröde, hat H. = 5,0—5,5 und sp. G. = 3,4 bis 3,6. Schöne grüne durchsichtige Krystalle nehmen geschliffen eine schöne Politur an und werden bisweilen als Edelsteine geschliffen. Er ist $CaO.2SiO_2 + CaO.2TiO_2$ mit 28,2 Kalkerde, 30,3 Kieselsäure, 41,5 Titansäure. Er schmilzt vor dem Lötrohre an den Kanten mit Aufschwellen zu dunklem Glase und zeigt mit Phosphorsalz geschmolzen die Reaktion auf Titan. Er findet sich ausgezeichnet in der Schweiz und in Tyrol, ist überhaupt nicht selten.

Ilmenit, Titaneisenerz (Fig. 21).

Krystallisiert hexagonal rhomboedrisch, isomorph mit Hämatit, ist auch wie dieser spaltbar nach dem Grundrhomboeder von 86° und den Basisflächen. Er ist eisenschwarz, unvollkommen metallisch glänzend, undurchsichtig, hat schwarzen bis bräunlichroten Strich, H. = 5,5—6,0 und sp. G. = 4,6—5,0. Er ist in der Zusammensetzung sehr schwankend, indem er Eisenoxyd Fe_2O_3 und titansaures Eisenoxydul $FeO.TiO_2$ in wechselnden Mengen enthält, wodurch man sogar verschiedene Arten unterschied, die jetzt als Varietäten der Spezies betrachtet werden, wie den Ilmenit vom Ilmensee am Ural (Fig. 21), den Crichtonit von Bourg d'Oisans im Dauphiné, den Menacanit von Menacan in Cornwall, den Washingtonit von Washington in Connecticut u. a. Er ist vor dem Lötrohre unschmelzbar, in Säuren schwierig auflöslich.

Tantalit und Niobit, Columbit.

Das seltene Tantal und Niobium bilden die isomorphen Säuren, die Tantalsäure, Ta_2O_5 und die Niobsäure Nb_2O_5, welche in verschiedenen seltenen Mineralen vorkommen. Mit Eisenoxydul bilden sie die ähnlich krystallisierenden rhombischen Spezies, den Tantalit $FeO.Ta_2O_5$ und den Niobit $FeO.Nb_2O_5$. Der Tantalit enthält jedoch auch Niobsäure und der Niobit Tantalsäure, beide neben FeO wechselnde Mengen von MnO, einzelne Vorkommnisse beider auch Zinnsäure. Die fast immer in Granit eingewachsenen Krystalle sind prismatische, zum Teil sehr flächenreiche und oft undeutlich ausgebildet, die einfachste Form ist die Kombination der Quer-, Längs- und Basisflächen mit einem Prisma (Fig. 23), wie an Niobit von Bodenmais in Bayern. Beide Minerale sind eisenschwarz, unvollkommen metallisch glänzend, undurchsichtig, der Strich des Tantalit dunkelbraun, der des Niobit rötlichbraun bis schwarz, H. = 6,0—6,5, sp. G. = 6,3—8,0 bei Tantalit, = 5,3—6,4 bei Niobit, welche Verschiedenheiten bei den einzelnen mit der Zusammensetzung zusammenhängen, insofern obige Formeln nur den wesentlichen Gehalt ausdrücken, weshalb auch noch andere Spezies unterschieden wurden, überhaupt noch nicht die Differenzen des Gewichts ganz aufgeklärt sind. Tantalit findet sich beispielsweise in den Kirchspielen Kimito und Tammela in Finnland, bei Finbo und Broddbo unweit Fahlun in Schweden, bei Chanteloube unweit Limoges in Frankreich, Niobit bei Bodenmais, Zwiesel und Tirschenreuth in Bayern, in den Kirchspielen Pojo und Tammela in Finnland, im Ilmengebirge bei Miask, bei Haddam und Middleton in Connecticut, sehr schön krystallisierter im Kryolith bei Evigtok in Grönland. Varietäten enthalten auch beide Säuren, andere Manganoxydul neben Eisenoxydul, einzelne Zinnsäure bis zu 16 Prozent.

dung unseres Erdkörpers. Schon die altgriechischen Philosophen schrieben teils dem Wasser, wie Thales, teils dem Feuer, wie Heraklitus, den Hauptanteil bei diesem Vorgang zu. So standen sich auch noch zu Ende des vorigen und in den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts zwei geologische Schulen, die Neptunisten und die Vulkanisten gegenüber. Sie befehdeten sich auf's heftigste, erörterten dabei aber auch die Grundlagen der einander entgegenstehenden Anschauungen soweit, daß es allmählich zu einer Ausgleichung und gegenseitigen Feststellung kam, die den heutigen Stand der Wissenschaft vorbereitete.

Werner und die Neptunisten wollten den Vulkanen nur einen sehr untergeordneten und nur örtlichen Einfluß auf die Gestaltung der Erdrinde zuerkennen. Man stellte sie den in Brand geratenen Kohlenflötzen zur Seite und verlegte ihren Sitz in verhältnismäßig geringe Tiefen der Erdrinde. Dies war offenbar die schwächste Seite des Neptunismus.

Werner gewann gleichwohl dabei durch die maßvolle Ordnung seiner Ansichten und auf Grund seiner Herrschaft über die erfahrungsmäßigen Grundlagen der von ihm hauptsächlich begründeten Geognosie fast alle Zeitgenossen für den Neptunismus. Doch verließ noch zu seinen Lebzeiten ein Teil seiner bedeutendsten Schüler, gedrängt von der Wucht der neu auftauchenden und schwer in die Wagschale des Vulkanismus fallenden Thatsachen, das neptunistische Feldlager und trat auf die Seite von Werners Gegnern: Hutton und Voigt. Der Hauptgegenstand des Streites war die Entscheidung über den wässerigen oder feurigen Ursprung des Basaltes. Alexander von Humboldt und Leopold von Buch gaben in der Folge die Entscheidung und zwar zu Gunsten des Vulkanismus.

Namentlich waren es Humboldts von so vielseitigem Erfolge gekrönte Forschungen in Südamerika, welche den Schwerpunkt der Wissenschaft vom Bau der Erde verrückten. Indem Humboldt die Blicke der Geologen auf die gewaltigen Vulkanen-Reihen der Cordilleren lenkte, zeigte er, wie unzureichend Werners Neptunismus gewesen war. Aus Humboldts Beobachtungen gieng vielmehr hervor, daß die Vulkane eine Folge der Wechselwirkung zwischen der heißflüssigen Masse des Erdinnern und der abgekühlten und erstarrten Erdrinde sind.

Heutzutage, wo die geologische Beschaffenheit ausgedehnter Landstrecken ihren Hauptzügen nach bereits bekannt ist und wo Chemie und Physik in so reichlichem Maße die geologische Forschung unterstützen, unterliegt die Entscheidung zwischen Vulkanismus und Neptunismus kaum noch einigem Bedenken. Jeder von beiden Anschauungen bleibt für bestimmte Felder ihr Recht gewahrt und man kann sagen, heutzutage halten sich in der Geologie der Vulkanismus und der Neptunismus so ziemlich die Wage.

Feuer und Wasser haben beide ihren Anteil an der Bildung der äußeren Erdrinde.

Auf der einen Seite bedingte der feurig-flüssige Weg ausschließlich die ersten Stufen der Ausbildung und äußerte sich seither teils ununterbrochen, teils periodisch wechselnd von der Tiefe des Erdinnern aus gegen die Oberfläche in vulkanischen Ausbrüchen, Erdbeben und warmen Quellen. Erzeugnisse dieser Thätigkeit des Feuers sind namentlich die noch heute stattfindenden Laven- und Aschen-Ausbrüche der Vulkane.

Auf der andern Seite war seit einer frühen Stufe der Erdbildungs-Geschichte der Einfluß des Wassers und der Atmosphäre ununterbrochen thätig, die Erzeugnisse der vulkanischen Thätigkeit an der Erdoberfläche zu verändern und mannigfach — sowohl mechanisch als chemisch — umzugestalten.

Erzeugnisse dieser neptunischen Thätigkeit sind namentlich die mannigfach gearteten Absätze von Schlamm, Sand und Geröllen mit Einschlüssen von Pflanzen- und Tierresten, welche in vorwiegend horizontaler Lagerung die Reihenfolge der geschichteten Formationen zusammensetzen.

Seit Werners Zeiten ist mit wachsender Kenntnis der Vorgänge an der Erdoberfläche und in den uns zugänglichen Tiefen der Erdrinde zum Vulkanismus und Neptunismus noch die Erfassung eines dritten maßgebenden Vorgangs getreten, des Metamorphismus oder der allmählich vor sich gehenden Umbildung aller Gesteine der Erdrinde, der vulkanischen wie der neptunischen durch den Einfluß mannigfacher, teils chemischer, teils physikalischer Vorgänge.

Während Wasser, Atmosphärilien und der Wechsel von Wärme und Frost die an der Erdoberfläche zu Tage gehenden älteren Gesteine unablässig umzuwandeln und zu zerkleinern streben, wirken auf die durch Bedeckung mit jüngeren Gebilden vor dem Einflusse der Atmosphärilien geschützten Felslager Wasser und Kohlensäure, sowie auch verschiedene in Wasser gelöste Stoffe ununterbrochen ein, mit zunehmender Tiefe auch höhere Grade von Wärme und Druck.

Diese Vorgänge verändern mit der Zeit alle Felsarten, sowohl die von vulkanischem als die von neptunischem Ursprunge. Je älter daher ein Gestein ist, um so stärker pflegt es umgewandelt zu sein und um so schwieriger wird es dann gewöhnlich auch, die Art der Entstehung desselben noch zu ermitteln.

Damit begründet sich die Lehre vom Metamorphismus oder der Gesteins-Umbildung.

Viele Geologen haben sich beim Aufbau dieser Lehre beteiligt, unter ihnen namentlich Charles Lyell, der den wichtigen Grundsatz in die Geologie eingeführt hat, daß in allen ältern Perioden keine andern Kräfte auf die Ausbildung der Erde eingewirkt haben, als die, welche auch noch gegenwärtig auf ihr thätig gefunden werden. Dafür werden dann allerdings auch für diese Thätigkeit der Stoffe und Kräfte, die den gegenwärtigen Zustand der Erde herbeiführten, ungeheure Zeiträume in Anspruch genommen — eine Forderung, die auch die Astronomie für die Ausbildung unseres Sonnen- und Planetensystems stellt.

Geogonie.

Die Geogonie oder Erdentstehungslehre (vom griechischen ge, Erde, und gonos, Erzeugung), verknüpft geologische und astronomische Thatsachen mit Hilfe mehr oder minder begründeter Hypothesen in der Absicht, den Urzustand der Erde zu ermitteln, die Gesetze, welche auf ihr wirksam waren, darzulegen und die Veränderungen, welche seitdem der Erdball erlitt, aus den so gefundenen Ursachen folgerichtig herzuleiten, endlich ihren heutigen Zustand zu erklären. Die Geogonie ist also die physiologische Abteilung der Geologie — oder, wenn man weiter zurückgreifen will, die Morphologie der Erde — im übrigen ein lockeres Geflecht von Wahrheit und Dichtung, welches sich leicht auseinander nehmen, ausbessern und wieder zusammenfügen läßt.

Fachmänner und Laien denken ziemlich verschieden von der Bedeutung der Geogonie. Des Laien erste und gespannteste Frage geht nach dem Ursprung und der sonstigen seitherigen Geschichte der Erde und ihrer Lebewelt.

Der Geologe von Fach, kühler gestimmt im Hinblick auf die vielen Unsicherheiten und hypothetischen Ergänzungen der ältesten Geschichte der Erde, legt mehr das Hauptgewicht auf die Kenntnis der heutigen Gestaltung und Zusammensetzung des zugänglichen Teiles der Erdrinde und sucht die mehr oder minder deutlichen Aufschlüsse, welche Lagerung, mineralogische Zusammensetzung und Einschlüsse organischer Überreste gewähren, zur Lösung der Aufgabe zu verwerten.

Er wird jene Fragen nur bruchstückweise — unter Zögern und mancherlei Vorbehalt — beantworten und die sicheren Bau-Elemente gegenüber den hypothetischen Ergänzungen hervorheben. Wir wollen also insofern diesem schwankenden und gebrechlichen Charakter der Geogonie Rechnung tragen, als wir zwischen die hypothetischen Abschnitte derselben die Erörterung thatsächlicher Verhältnisse einschalten, die jenen zur Rechtfertigung dienen können.

Die am weitesten zurückreichenden Elemente zum Aufbau einer Geogonie sind astronomischer, chemischer und physikalischer Art.

Nach der Hypothese von Kant (1755) und von Laplace (1796), die sich durch große Einfachheit und durch eine mehrfache Uebereinstimmung mit astronomischen Thatsachen sehr zu ihrem Vorteile auszeichnet, verdankt die Erde samt der Sonne und ihrem ganzen Planetensystem ihren Ursprung einem von West nach Ost rotierenden Nebelfleck, wie wir deren am gestirnten Himmel mittelst unserer stärksten Fernrohre noch eine Menge nachzuweisen im Stande sind.

Dieser Nebelfleck hatte eine äußerst hohe, für uns nicht mehr ermittelbare Temperatur. Den Zentralkern desselben bildete die Sonne, während seine äußersten Grenzen weit über die Bahn der entlegensten unserer heutigen Planeten hinausgereicht haben mögen.

Durch die Ausstrahlung von Wärme in den kalten Weltraum sank in der Folge die Temperatur unseres Urnebelflecks.

Die nächste Folge dieser Abkühlung war eine Zusammenziehung des Nebelballs und eine weitere dann die Beschleunigung der Rotation.

In der Folge erreichte diese Beschleunigung einen so hohen Grad, daß sie zur Ablösung eines Umfangteils der Masse führte.

Es trat nun eine Bildung von äquatorialen Ringen ein — wie deren Saturn noch jetzt drei zeigt. Die Ringe zerbrachen in der Folge früher oder später, vielleicht in Folge ungleichmäßiger Abkühlung. Aus jedem Ring wurde ein neuer Nebelball, der die Ringbahn behauptend nunmehr als Planet oder Wandelstern den Zentralkörper, unsere Sonne, umkreiste und dieser Vorgang fand zu wiederholten Malen statt.

Soweit bewegt sich die Geogonie noch in den Bahnen der Astronomie.

Sowie die Geogonie aber die Stufe der Entwicklung erreicht hat, mit der unser Erdplanet zu einem selbständigen Gliede, oder wenn man will, einem eigenen Individuum des Sonnensystems ausgebildet erscheint, gewinnt sie nähere Anknüpfungen an die Geologie und damit auch zusehends an festerer Begründung.

Wenn wir der Hypothese von Kant und Laplace folgen und unsere Erfahrungen über die physikalischen Gesetze, nach welchen im Verlaufe allmählicher Abkühlung ein Körper aus dem gasförmigen in den festen Zustand tritt, in Rechnung bringen, können wir in der geogonischen Hypothese wieder ein paar weitere Schritte vorwärts wagen.

Wir ziehen die Folgerung, daß mit der Erhaltung und Verdichtung unseres Planeten eine Scheidung der Masse desselben in Schichten von verschiedener Zusammensetzung und Beschaffenheit statt hatte und diese eine konzentrische Differenzierung (Verschiedentlichung) derselben zu Stande brachte.

Es mußte notwendig ein Festwerden unseres Erdkörpers zugleich von innen nach außen und von außen nach innen erfolgen.

Nach innen zogen sich die ältesten festen Ausscheidungen. Substanzen mit den höchsten Schmelzpunkten gelangten zuerst zur Erstarrung, sie schieden sich aber dabei nach ihrer Eigenschwere.

So entstand eine Ansammlung der schwersten Substanzen, also namentlich gewisser schwerer Metalle und Verbindungen derselben. Sie sanken in der flüssigen Erdmasse unter und bildeten einen festen Kern um den Mittelpunkt des Ballens.

Andere Ausscheidungen aus der flüssigen Erdmasse erstarrten mit vorigen zugleich in Folge hohen Schmelzpunktes, aber sie hatten nur ein sehr geringes spezifisches Gewicht, schwammen an der Oberfläche und bildeten hier eine feste Rinde. Dies waren namentlich Kieselsäureverbindungen oder Silicate.

So erlangte der Erdball drei konzentrisch gelagerte Hauptschichten:

1) zuinnerst um den Mittelpunkt herum eine feste Kernmasse von Substanzen mit hohem Schmelzpunkt und von hohem spezifischem Gewicht, also namentlich schweren Metallen;

2) Eine Mittelzone von flüssiger Beschaffenheit aus Substanzen von niederem Schmelzpunkte — die sogenannte Olivin-Zone;

3) eine äußere feste Rinde aus Substanzen von hohem Schmelzpunkte und geringem spezifischem Gewicht, deren Zusammensetzung im Durchschnitt der des Granites gleich gekommen sein mag. Dies ist die sogenannte Lithosphäre oder Felsschale (vom griechischen lithos, Stein und sphaira, Kugel).

Von diesen drei Hauptabteilungen des Erdballs hat die mittlere Schale, die man auch Olivin-Zone genannt hat, besondere Eigentümlichkeiten, die ein näheres Eingehen rechtfertigen.

Sie ist heutzutage wahrscheinlich in festem oder in teigigem Zustand und infolge des starken Druckes der darauf liegenden Schichten bedeutend über ihren Schmelzpunkt erhitzt — wahrscheinlich auch mit Wasserdampf und Gasen durchmengt. Unter gewissen Umständen aber setzt sie sich in Bewegung.

Sobald der Druck — sei es durch eine Auflüftung der aufliegenden Massen, also durch eine örtliche Entlastung oder durch eine partielle Aufwärtsbewegung der Mittelzone, z. B. durch Schichtenbiegung — verringert wird, geht sie in den flüssigen Zustand zurück und nun tritt auch eine Entfesselung der bis dahin gebundenen Dämpfe und Gase ein.

Hierdurch werden dann vulkanische Aeußerungen der Tiefe gegen die Erdoberfläche hervorgerufen

Für diesen Abschnitt der Entwicklungsgeschichte unseres Erdplaneten lassen sich eine Anzahl mehr oder minder nahe liegender Thatsachen vorführen, von denen wir die wichtigsten hier näher erörtern wollen — also namentlich die Hitze des Erdinnern und die Kälte des Weltraums, die Umdrehungsgestalt der Erde und ihre Eigenschwere.

Die allgemeine Gestalt unseres Erdplaneten — abgesehen von den Gebirgen des Festlandes und den Tiefen des Meeres — ist eine solche, wie sie nur ein ehedem flüssig oder teigig gewesener rotierender Weltkörper aufweisen kann.

Die Erde ist ein kurzachsiges, an den Polen abgeplattetes Ellipsoid, welches in Einzelheiten etwas unregelmäßig sich gestaltet hat. Es weicht aber von der Kugelgestalt im Ganzen nur wenig ab. Nach Bessel ist die kürzere oder polare Achse = 1713 geogr. Meilen, die längere oder äquatoriale Achse = 1719. Die Abplattung des Ellipsoids beträgt darnach $^1/_{299}$. Nur ein flüssiger oder weicher Körper kann durch Achsendrehung eine solche Gestalt annehmen. Die größere Drehungsgeschwindigkeit der Aequatorialgegend und die dadurch gesteigerte Fliehkraft oder Schwungkraft macht diese Mittel-Region anschwellen und läßt gleichzeitig die Drehungs-Achse sich in entsprechendem Grade zusammenziehen.

Für eine konzentrische Differenzierung des Erdinnern spricht die nach verschiedenem Verfahren versuchte Ermittelung des Eigengewichts oder der Dichtigkeit des Erdballs. Man kann im Mittel aus zahlreichen Versuchen diesen Betrag zu 5·6 annehmen, d. h. die mittlere Dichtigkeit des Erdballs ist $5^6/_{10}$ Mal größer als die des Wassers.

Dieses hohe spezifische Gewicht der Erde steht zunächst in schroffem Gegensatz zu dem der verbreitetsten, den größten Teil der festen Erdkruste ausmachenden Felsarten, als da sind Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Sandschiefer, Kalkstein u. s. w.

Das spezifische Gewicht dieser Felsmassen zusammen kann zu 2·5 veranschlagt werden. Es ergiebt sich daraus, daß das Erdinnere noch bedeutend größer als 5·6 sein muß, also wahrscheinlich die dichteren Materialien in größerer Tiefe und namentlich um den Erdmittelpunkt sich angesammelt haben.

Damit gelangen wir zur Annahme einer konzentrischen Differenzierung — oder schalenweisen Verschiedentlichung — im Aufbau unseres Planeten.

Beide Polargebiete sind in Folge von Abgabe ihrer Wärme an den Weltraum — und bei dem geringen Betrag der Wärme, den ihnen die Sonnenstrahlen zuführen — stark abgekühlt.

In den Polargegenden hat man Temperaturen von —50 und 60° C. und darunter beobachtet. Der Erdboden ist hier bis zu ansehnlicher Tiefe anhaltend gefroren — so zu Jakutsk in Sibirien (64° n. Br. bei mittlerer Jahrestemperatur —9·7° C.) bis zu fast 200 m Tiefe. Hierzu kommt die Kälte auf hohen Bergen und die Kälte der hohen Luftschichten, welche die Luftschiffer erreichten. Das alles deutet auf die Kälte des Weltraums.

Das Erdinnere ist noch immer glühend heiß. Hierauf deuten vor allem die Ausbrüche glühendflüssiger Laven und heißer Dämpfe aus Vulkanen, sowie das Aufsprudeln zahlreicher Warmquellen oder Thermen. Das Anwachsen der Erdwärme mit zunehmender Tiefe zeigen uns die Beobachtungen in Bohrbrunnen und Bergwerken.

So haben namentlich die Temperatur-Beobachtungen in dem Bohrloch von Sperenberg (unweit Berlin) eine stetige Zunahme mit Erreichung größerer Tiefen ergeben. Diese Bohrung erreichte die bedeutende Tiefe von 1064 m (3390 Fuß rhein.) und ergab in dieser eine Wärme von 46·5° C. (37·2° R.) — so viel als die Therme von Bath in England und von Teplitz in Böhmen. Die Wärmezunahme in jenem Bohrloch berechnet sich zu 1° C. auf je 33·7 m.

Heutzutage scheint die Abkühlung des Erdkörpers ihr Ende erreicht zu haben oder wenigstens demselben nahe zu sein. Seit den ältesten auf uns gekommenen astronomischen Beobachtungen, die sich darauf deuten lassen, sind etwas über 2000 Jahre verflossen und in dieser Zeit hat die Temperatur der Erde noch nicht um einen meßbaren Betrag abgenommen. Man nimmt darnach an, daß dermalen der Verlust an Wärme, den die Erde durch Ausstrahlung in den kalten Weltraum erleidet, sich vollständig mit dem ihr von außen durch die Sonnenstrahlen zugeführten Wärmebetrag ausgleicht.

In anderen Bohrlöchern ergab sich die Zunahme ähnlich, so zu Rüdersdorf bei Berlin als 1° C. auf 31 m Tiefe. Das in neuester Zeit zu Schladebach bei Leipzig betriebene Bohrloch ergab in 1392 Meter Tiefe eine Temperatur von 49° C. Nimmt die Temperatur mit der Tiefe so weiter zu, so erreicht man mit etwa 3000 m Tiefe den Siedepunkt des Wassers, und bei 75 Kilometer oder 10 Meilen Tiefe den Schmelzpunkt des Platins oder 2500° C.

Während wir aus obigem uns überzeugen können, daß das Erdinnere bis auf eine verhältnismäßig dünne Kruste glühend heiß ist, entnehmen wir aus einer Anzahl anderer Thatsachen, daß der Weltraum, soviel wir zu beurteilen vermögen, kalt, vielleicht im höchsten Grade kalt ist. Pouillet hat sie durch Rechnung näher festzustellen versucht und ist zu — 142° C. gelangt. Die Grundlagen seiner Rechnung sind aber nicht zuverlässig.

Es sind das Verhältnisse, welche in ähnlicher Weise wie die Gestalt des Erdballs, und die Hitze des Erdinnern einen ursprünglich flüssigen Zustand desselben erweisen.

Darnach fällt auch der Schwerpunkt der Erde in ausgesprochener Weise mit ihrem Mittelpunkt zusammen.

Wir gelangen damit überhaupt zu der Annahme, daß eine ganz regelmäßige Anordnung der gleich dichten Massen zu konzentrischen Schalen statt hat, daß die spezifisch schwersten den Kern des Erdballs zusammensetzten und sich darum von innen nach außen Schalen von immer abnehmender Dichtigkeit anlagern, deren äußerste sich zu etwa 2·5 beziffert.

Was von diesen konzentrischen Schalen des Erdkörpers die oben hervorgehobene Olivin-Schale betrifft, so ist sie freilich unserer unmittelbaren Wahrnehmung nicht zugänglich. Ihr Vorhandensein in einer gewissen Tiefe wird aber durch mancherlei Gründe wahrscheinlich gemacht. Namentlich deutet darauf das häufige Vorkommen von Olivin-Bruchstücken in manchen basaltischen Ausbruchsgesteinen. Man betrachtet sie als losgerissene Trümmer von Gesteinen der Tiefe, welche die in Bewegung gesetzte Lava mit zur Erdoberfläche emporbrachte.

Im Verlaufe der Abkühlung und Erstarrung der immer noch glühend heißen Erdrinde mögen vielfache und großartige Zerreißungen der erstarrten Masse und Überschiebungen ihrer Trümmer, sowie heftige Ausbrüche der Tiefe stattgefunden haben — der Phantasie ist hier ein weiter Spielraum gelassen. Wir wollen uns mit der einzigen Annahme begnügen, daß die aus der Zerberstung der erhärteten Kruste hervorgegangenen Schollen mehr oder minder mit eingedrungener flüssiger und darnach erstarrter Masse verbunden, die ersten Berge oder Gebirge der Erde bildeten.

Von welcher Art diese ältesten Gesteine der Erdrinde waren, ist jetzt nicht mehr zu ermitteln. Wahrscheinlich aber ist es, daß sie aus kieselsauren Salzen oder Silicaten bestanden und beiläufig die Zusammensetzung des Granites und Gneises hatten.

Man nimmt allgemein an, daß ein Teil der Granite und granitischen Gesteine dieser Epoche angehören. Sie mögen aber allerdings damals von einer anderen Beschaffenheit als die, welche sie jetzt zeigen, gewesen sein. Wahrscheinlich waren sie ursprünglich den feldspatigen Laven und Schlacken unserer heutigen Vulkane ähnlich, erlitten aber im Verlauf langer Zeiträume starke Umwandlungen ihrer Gesteins-Beschaffenheit durch eine allmähliche Verschiebung ihrer Teilchen und den Einfluß von einsickerndem, bald mit diesen, bald mit jenen Mineral-Substanzen beladenem Wasser.

Bis dahin hatte allem Ermessen nach alles Gewässer des Ozeans in Dampfgestalt die Erdkugel umgeben. Mit weiter vorrückender Abkühlung traten aber die ersten Niederschläge von tropfbar-flüssigem Wasser ein. Darnach schied sich die Erdoberfläche in Festland und Meer.

Damit war auch die Bildung einer neuen Gattung von Felsarten gegeben — der neptunischen Absätze oder Sedimente, die von da an ununterbrochen anhielten und eine neue, aber ungleich dicke Schale des Erdballs ergaben. Dieser Vorgang beruhte zunächst auf dem Einflusse des in den erhöhten und kühleren Stellen der Erdrinde niedergehenden Wassers. Wärme und Luftdruck mögen damals noch ziemlich hoch gewesen sein. Dazu kam ferner der Einfluß der Kohlensäure, die dem aus der Atmosphäre niedergehenden Regen folgend auf die Oberfläche der festen Urfelsmassen mächtig zerstörend einzuwirken anfing.

Bruchstücke und Trümmer der älteren Gesteine wurden durch das abströmende Wasser von höheren an tiefere Stellen herabgeführt und lagerten sich hier schichtenweise übereinander ab. Diese Bodenschichten mögen ursprünglich Schlamm, Sand und Gerölle gewesen sein. Sie erlitten aber nachfolgend wieder gerade solche Umwandlungen wie die Gesteine der Erstarrungskruste unter gleichen Bedingungen.

Dieser Vorgang hat sich von da an bis auf den heutigen Tag fortgesetzt. Neue Bodenschichten lagerten sich ab, während andere ältere Gesteine in verschiedenen Tiefen Umbildungen erfuhren.

Das Wasser nagt ununterbrochen die ihm ausgesetzten Oberflächen der festen Felsmassen an — sowohl mechanisch und unterstützt vom Wechsel zwischen Trockenheit und Wärme, wie zwischen Kälte und Wärme, — als auch chemisch vermöge der in ihm enthaltenen Kohlensäure und anderer mineralischer Substanzen. Es strebt die Berge zu erniedern, die Tiefen auszufüllen.

Auf dem Boden der Binnenseen und des Meeres entstehen dadurch fortwährend Schichten von Schlamm, Sand und gröberem Gesteinsschutt, mannigfach untereinander verschieden je nach der Art und Beschaffenheit der vorzugsweise der Annagung ausgesetzten Felsarten und je nach der Art der Bewegung der Gewässer. Dazu tragen auch die Pflanzenwelt und die Tierwelt bei, teils durch Ansammlung von Kohlenlagern, teils durch Absonderung fester kieseliger oder kalkiger Substanzen.

Nach hinreichend vorgerückter Abkühlung der Erdoberfläche — jedenfalls nachdem ihre Temperatur unter den Siedepunkt des Wassers gefallen war — mögen dann auch die ersten organischen Wesen entstanden sein.

Aller Wahrscheinlichkeit nach waren es sehr nieder organisierte Lebewesen, Mittelformen zwischen Pflanze und Tier, deren Bau und Lebenserscheinungen noch so schwankend ausgedrückt sind, daß sie weder mit voller Bestimmtheit dem Pflanzenreich noch dem Tierreich zuzurechnen sind. Von solchen Lebewesen kennt man in der heutigen Lebewelt noch mehrere Klassen, wie die Moneren, die Amöben und Rhizopoden.

Erhalten hat sich von diesen ältesten Lebewesen der Erdoberfläche nicht die geringste Spur. Wahrscheinlich besaßen sie sämtlich eine so weiche und vergängliche Körper-Beschaffenheit, daß sie in Bodenabsätzen keine fossilen Reste zu hinterlassen vermochten, sondern alsbald sich im Kreislauf der Elemente wieder verloren.

Lange Zeiträume mußten noch verfließen, bis das Pflanzenreich und das Tierreich unter fortschreitender Vervollkommnung von Bau und Verrichtungen sich für die Dauer geschieden hatten.

Dabei entstanden auch Lebewesen mit festen, einer fossilen Erhaltung fähigen Teilen, namentlich Pflanzen mit einem Gewebe von Holzfaser oder Cellulose, sowie Tiere mit Hornsubstanz und andere mit Kalkschalen.

Mehr oder minder zahlreich mischten sich von da an Pflanzen- und Tierreste den neu gebildeten Absätzen der Gewässer bei, sowohl denen des Meeres als auch denen der süßen Binnenseen.

Am besten erhielten sie sich in der Regel in geschichteten Ablagerungen von sehr feinem Korn und schlammigem oder feinsandigem Material, hier oft mit überraschender Deutlichkeit der feinsten Einzelheiten.

Aber auch ganze Lager organischer Reste setzten sich ab, namentlich von Holzmassen in nassen Vertiefungen des Festlandes und von kalkigen Konchylien und Korallen in seichten Meeresgebieten.

Auf diese Weise werden die geschichteten Gebilde der Erdrinde zu einer Art von Archiv der Geschichte der Erde und ihrer älteren und neueren Bewohner.

Die Schichten des Bodens sind gleichsam die Blätter dieses Geschichtsbuches der Erde, die darin erhaltenen Reste organischer Wesen — die sogenannten **Versteinerungen** oder **Fossilien** — aber stellen ebensoviele bald mehr bald minder lesbare, bisweilen auch sehr rätselhafte Urkunden aus längst verflossenen Zeiten dar.

Aus Schichten und Versteinerungen entziffern wir die ehemalige Ausdehnung von Land und Meer und erfahren außerdem gelegentlich noch manches Wissenswerte über die damalige Pflanzen- und Tierbevölkerung, ihre Lebensweise, ihre Abstammung und ihre Wanderungen.

Die verschiedenen geschichteten Gebilde, welche im Verlaufe der seither verflossenen geologischen Zeiten unter Vermittelung des Wassers in den Niederungen des Festlandes und in den Tiefen des Meeres abgelagert wurden, ergeben gewöhnlich, wo sie von Thälern durchschnitten und bloßgelegt werden oder wo sie die Hand des Menschen in Schachten und Tiefbohrungen durchbrochen hat, mehr oder minder bestimmte Reihenfolgen von Schichten und Schichtengruppen.

Gewisse Folgen, die in irgend einem auffallenden Merkmal übereinkommen, hat man unter dem Namen **Formationen** zusammengefaßt. So z. B. die Steinkohlen-Formation oder das karbonische System und die Kupferschiefer-Formation oder das permische System.

Im allgemeinen begreift jede solche Formation Schichtenfolgen, die aus dem Meer und andere, die aus dem süßen Wasser abgesetzt wurden und an ihren fossilen Pflanzen- und Tierresten als derartige Absätze erkannt werden.

Bald wechsellagern sie, bald treten sie von einander getrennt in mehr oder minder von einander entlegenen Erdteilen auf und im letzteren Falle ist oft schwer auszumachen, was von ihnen gleichzeitiger Entstehung ist.

Während diese Reihenfolge neptunischer Formationen in den Niederungen des Festlandes und in den Tiefen des Meeres abgelagert wurde, fanden bald hie bald da kleinere und größere Unterbrechungen des regelmäßigen Bildungsganges statt, welche die Gestaltung von Ebene und Gebirg und das Verhältnis zwischen Festland und Meer mannigfach veränderten und in die Lebensverhältnisse der jeweiligen Pflanzen- und Tierbevölkerung oft mächtig eingriffen, daher auch oft den Eindruck allgemeiner Erd-Revolutionen hervorbringen.

Diese geologischen Ereignisse waren übrigens örtlich und ihre Einwirkung auf die Gestaltung der Erdoberfläche und die Bedingungen des Pflanzen- und Tierlebens verlor sich mit wachsender geographischer Entfernung. Was sich in Europa und was sich um dieselbe Zeit in Amerika zutrug, ist oft nur mit Mühe oder aufs Ungefähr hin als gleichzeitig zu erweisen. Es giebt daher auch keine vollkommen über die ganze Erdoberfläche hin von einander abgeschiedenen Formationen, sowie es auch niemals im Verlaufe der geologischen Geschichte der Erde allgemeine Vernichtungen der Pflanzen- und Tierwelt gegeben hat.

Die Vorgänge, welche den regelmäßigen Verlauf — also die Abtragung der Berge und Gebirge durch die Atmosphärilien und durch die Auffüllung der Thäler und Binnenland-Becken sowie des Meeres — vielfach unterbrachen und eine andere Oberflächen-Gestaltung der Erdrinde nach sich zogen, waren namentlich **Faltungen** und **Senkungen** derselben.

Die gemeinsame Ursache dieser beiden weit auseinander gehenden Vorgänge ist die allmählich vorschreitende Erkaltung der Erde.

Die nächste Folge der Erkaltung ist notwendigerweise eine Volum-Verminderung.

Dieser zweite Vorgang erfolgt aber nicht ganz gleichmäßig — da die Erdkruste selbst bereits längst ungleichmäßig geworden ist und daher auch nicht ganz gleichmäßig der Zusammenziehung Folge leisten kann.

Wäre die feste Erdkruste stark genug und könnte sie dem gewaltigen zentripetalen Zug der Schwere widerstehen, so müßten unter ihr Hohlräume entstehen. Dies ist nun nicht der Fall. Statt dessen sucht sich die erkaltende Rinde des Erdballs dem Erdinnern anzuschmiegen.

Dies geschieht nun unter zweierlei gewaltsamen, ausgedehnt wirksamen, aber doch geographisch begrenzten Kraftäußerungen — **Faltung** und **Senkung**. So entstanden dann mancherlei Störungen im felsigen Bau der Erdrinde.

Faltungen entstanden an Stellen geringeren Widerstandes durch horizontale oder genauer genommen periferische Verschiebung. Statt sich in die Tiefe zu senken, brachte hier ein Teil der Erdrinde faltende und schiebende Ausgleichungen zuwege, die einen Einbruch abwandten.

Solche Faltungen erzeugten die großen Gebirgsketten, z. B. die Alpen und den Schweizer Jura, sowie in Nord-Amerika das Alleghany-Gebirge. Die Falten wurden dabei oft zu gewaltigen Höhen emporgestaut.

An anderen Stellen der Erdrinde brachte die Gewalt der Zusammenziehung zentripetale Brüche und damit entsprechende Einsenkungen zuwege. Größere und kleinere Schollen lösten sich aus dem Verbande los und sanken zwischen ihrer Umgebung in die Tiefe.

Solche Einbrüche der festen Erdrinde mögen es gewesen sein, welche die jetzt vom Meere erfüllten Becken und Thäler hervorbrachten.

Während aller dieser Vorgänge von Zerreißung der Erdrinde, Hebungen und Senkungen, dauerte auch die vulkanische Thätigkeit — bald hie bald da hervortauchend und eine Zeit lang mit Heftigkeit wirksam — ununterbrochen fort und häufte Laven und Aschen um die Ausbruchs-Öffnungen. Sie scheint nur auf einer örtlich vorübergehenden Kommunikation zwischen der Erdoberfläche und der glühend heißen Mittelschale des Erdinnern zu beruhen. Doch kann ihre Dauer stellenweise auch sich lang hinausziehen.

Die vulkanische Thätigkeit hat auch zahlreiche Berge und einzelne größere Gebirge hervorgebracht, indem sie bald mehr glühend flüssige Laven ausgoß, bald Gesteinsbrocken und Aschen um die Ausbruchs-Öffnung aufschüttete. Besonders großartig erscheinen die Wirkungen der vulkanischen Thätigkeit in den Anden von Südamerika, auf Island u. a. O.

Hat keine weitere Abkühlung des Erdballs mehr statt, so ist auch anzunehmen, daß keine weitere Zunahme seiner Erstarrungskruste im Gang ist. Andernfalls würde anzusagen sein, daß in der Folge — allerdings in unabsehbar ferner Zukunft der gesammte Erdball der Erkaltung verfallen werde. Dann würde auch das ganze Erdinnere erkalten und erstarren. Mit diesem Vorgang würde dann auch eine Aufsaugung des gesamten Wassers und der gesamten Atmosphäre verknüpft sein. Wasser und Luft würden in den Gesteinsmassen des Erdinnern verschwinden. Der Erdplanet würde damit demselben Schicksal, welches den Mond bereits ereilt hat, verfallen — vollkommener Verödung.

Das Alter der Erde hat man mehrmals zu ermitteln versucht, indessen die zu Grund gelegten Rechnungselemente z. B. die Temperatur des allgemeinen Weltraums, sind zu unsicherer Art, um zu annehmbaren Ergebnissen führen zu können.

G. Bischof ließ auf der Sayner Hütte eine mächtige Kugel von Basalt in einer Form von Lehm gießen und beobachtete dann den Verlauf ihrer Erkaltung. Er nahm weiterhin die mittlere Temperatur von Deutschland während der Steinkohlen-Formation zu 22° R. oder 27,°5 C., und die dermalige mittlere Temperatur von Deutschland zu 8° R. oder 10° C. Aus diesen Rechnungs-Elementen folgerte er, daß unsere Steinkohlen-Formation ein Alter von neun Millionen Jahren habe. — Für die gänzliche Erkaltung des Erdballs gelangte er zu 353 Millionen Jahre. Er selbst hat aber auf diese nur annähernden Beträge auch nur geringes Gewicht gelegt.

Petrographie.

Die Petrographie oder Felsartenbeschreibung, Gesteinsbeschreibung ist ein fundamentaler Teil der Geologie und zunächst der Geognosie.

Sie behandelt die Beschaffenheit und Zusammensetzung der die feste Erdrinde darstellenden Felsarten oder Gesteine, setzt namentlich mineralogische Kenntnisse voraus und nimmt eine Mittelstellung zwischen Mineralogie und Geognosie ein.

Felsart oder Gestein heißt jede mineralische Masse, gleichviel, welchen Ursprungs und welcher Beschaffenheit, sobald sie nur in Menge und Geschlossenheit auftritt und als selbständiges Glied der felsigen Erdrinde aufgefaßt werden kann.

Manche Felsarten bestehen aus kleinen Krystall-Individuen eines einzigen Minerals wie z. B. der Marmor oder körnige Kalk. Viele andere Felsarten bestehen aus einem mehr oder minder innigen Gemenge von mehreren oft noch sehr leicht unterscheidbaren Mineralen, wie der Granit, welcher ein Gemenge von Feldspat, Quarz und Glimmer ist. Noch andere Felsarten bestehen aus zertrümmerten Teilen älterer Stücke der festen Erdrinde, so z. B. die Kieslager und der Lehm, sowie die verschiedenen Sandsteine.

Auch können Anhäufungen fester, der Verwesung mehr oder minder widerstehender Teile von Pflanzen und Tieren als Felsarten auftreten. Dies gilt vom Torf, von der Braunkohle und der Steinkohle. Ebenso entstehen in Binnenseen und auf vielen Strecken des Meergrundes Lager von Schneckenschalen und Muscheln. Kalkabscheidende Korallen erzeugen mächtige Riffe an Festlandküsten und an Inseln wärmerer Meere.

Endlich kann auch das an den Polen der Erde weithin angehäufte Eis als eine Felsart betrachtet werden.

Bei diesem je nach Beschaffenheit und Ursprung der Felsarten weit auseinander gehenden Umfang der Petrographie ist auch die Einteilung derselben mannigfach der Willkür überlassen und zahlreiche Mittelglieder verknüpfen viele auf den ersten Eindruck wohl abgerundete petrographische Einzelheiten. So gibt es Übergangsformen zwischen Granit und Gneis, zwischen Gneis und Glimmerschiefer, zwischen Glimmerschiefer und Thonschiefer, endlich zwischen Thonschiefer und Thon.

Viele Felsarten sind in ununterbrochener Umwandlung begriffen. So die Steinkohle, die mehr oder minder auffallende Mengen von Kohlensäure-Gas und Kohlenwasserstoff-Gas aushaucht.

Wir unterscheiden vier Hauptklassen der Gesteine:

I. Krystallinische Gesteine, z. B. Granit, Gneis, Basalt, Porphyr u. s. w.

II. Chemische Absätze aus Mineralquellen, z. B. Kalktuff.

III. Trümmer-Gesteine, z. B. Kies oder Gerölle, Sand, Thon u. s. w.

IV Aus organischen Resten zusammengesetzte Gesteine, z. B. Torf und Steinkohle.

Diese Einteilung paßt sehr wohl für die scharf ausgeprägten petrographischen Einheiten, aber eine Menge von Mittelbildungen entziehen sich der bedingungslosen Zuteilung zu einer der Klassen und müssen bei zweien aufgeführt werden, um beiderlei Beziehungen Rechnung zu tragen, z. B. dichter Kalkstein mit Versteinerungen und krystallinisch-körniger Kalkstein.

I. Die krystallinischen Gesteine bestehen aus mehr oder minder leicht unterscheidbaren, aber auch oft erst in Dünnschliffen unter dem Mikroskope deutlich werdenden, mit einander verwachsenen Mineral-Individuen, die meist die Gestalt von Körnern, Blättchen oder Nadeln zeigen, seltener als ringsum ausgebildete Krystalle erscheinen.

Diese krystallinischen Gesteine sind meist Massengesteine, das heißt ohne eine Aufeinanderfolge von plattenförmigen Abteilungen — den Lagern oder Schichten — aber von verschiedentlich verlaufenden Klüften in Blöcke, Quadern, Säulen u. s. w. abgesondert. Dahin gehören z. B. Granit

und Basalt. Von diesen ist der Basalt auf feurigem Wege entstanden, aber seitdem nur wenig verändert worden, der Granit ist ebenfalls meist auf feurigem Wege entstanden, hat seither aber tiefgehende Umwandlungen erlitten.

Andere krystallinische Gesteine sind geschichtet, sie stellen eine Aufeinanderfolge von plattenförmigen Abteilungen oder Lagern und Schichten dar. Sie sind vom Wasser abgesetzt, aber darnach stark umgewandelt worden. Dahin gehören z. B. Gneis, Glimmerschiefer und Hornblendeschiefer.

Die Minerale, welche an der Bildung von krystallinischen Felsarten besonders beteiligt sind, gehören meistens zu den Silikaten oder kieselsauren Salzen. Solche felsbildende Minerale sind namentlich der Feldspat (in verschiedenen Arten), der Quarz, der Glimmer (ebenfalls in verschiedenen Arten), die Hornblende oder der Amphibol, der Augit oder Pyroxen, das Magneteisenerz oder der Magnetit und mehrere andere.

Manche Minerale kommen auch nur gelegentlich an einzelnen Stellen oder in besonderen Lagern vor. So z. B. der Olivin im Basalt, der Granit im Glimmerschiefer. Solche heißen dann zufällige — oder accessorische — Gemengteile der Felsarten.

Es gibt krystallinische Gesteine, die wesentlich nur aus einer einzigen Mineralart aufgebaut sind — wie Steinsalz, Gyps, Anhydrit, körniger Kalk, Dolomit, Quarzfels, Hornblendeschiefer, Kalkschiefer, Chloritschiefer, Serpentin u. s. w.

Wir wollen auf einige näher eingehen.

Das Steinsalz[1]) ist ein körniges oder blätteriges Gestein, das ganz aus dem in Wasser leicht löslichen Kochsalz oder Chlornatrium besteht. Es bildet, begleitet von Gyps und Thon, Lager in den geschichteten Formationen, sie haben oft kurze Ausdehnung und beträchtliche Mächtigkeit und heißen dann Stöcke.

Das Steinsalz ist ein Rückstand der Eintrocknung von Meeresbecken, die durch Hebung vom Ozean abgetrennt wurden und unter Einfluß eines trockenen Klimas abdunsteten.

Der Gyps[2]) ist ein körniges oder scheinbar dichtes Gestein, das ganz aus wasserhaltigem Calciumsulfat besteht und in Wasser etwas, aber nur sehr wenig löslich ist. Ein fester feinkörniger Gyps heißt auch Alabaster.

Der Gyps begleitet gewöhnlich das Steinsalz oder verkündet noch dessen ehemaliges Dasein, wo dasselbe von Wasser wieder aufgelöst und weggeführt worden ist. Andere Gypslager entstehen noch fortwährend aus der Zersetzung von Dolomit, was sich dann durch den Abfluß von Bitterquellen kund gibt.

Anhydrit[3]) ist wasserfreies Calciumsulfat, also dem Gyps nahe verwandt, aber wasserfrei und härter. Er ist bald körnig, bald dicht und gewöhnlich von weißer oder hellgrauer Farbe. Er kommt gewöhnlich mit Gyps zusammen vor, namentlich auf Steinsalz-Lagerstätten.

In Berührung mit Wasser verwandelt er sich bald in Gyps und Anhydritlager haben daher gewöhnlich eine starke Gypskruste um sich angesetzt.

Körniger Kalkstein oder Marmor[4]) ist ein in der Regel geschichtetes, bisweilen auch massiges Gestein, das aus verwachsenen Krystallkörnern von Kalkspat oder Calcit (Calciumcarbonat) besteht und ein mehr oder weniger krystallinisch-körniges, aber auch wohl ein scheinbar dichtes Gefüge besitzt. Die Farbe ist meist weiß oder hellgrau. Häufig ist der körnige Kalk zugleich geschiefert und dann auf den Schieferungsflächen von zahlreichen Glimmerblättchen bedeckt.

[1]) Teil I. Gruppe X.
[2]) Teil I. Gruppe VI.
[3]) Teil I. Gruppe VI.
[4]) Teil I. Gruppe VI.

Körniger Kalk findet sich namentlich als Lager in Gneis und Glimmerschiefer, aber auch hie und da in viel jüngeren Formationen z. B. der Trias und dem Jura der Alpen und Apenninen.

Der körnige Kalk ist ein durch Ausbildung des krystallinischen Gefüges umgewandeltes oder metamorphes Gestein. Zahlreiche Uebergangsgesteine verbinden den krystallinisch-körnigen mit dem aus Meeresabsätzen hervorgegangenen dichten Kalk und verkünden die Umgestaltung des dichten Gesteins durch die allmähliche Umlagerung der kleinsten Teilchen oder Atome. Der dichte Kalk enthält häufig noch organische Reste, besonders Meeres-Konchylien und Korallen. Aber mit der Umlagerung der Teilchen zu krystallinischem Fels pflegen die bis dahin erhalten gebliebenen Formen älterer Lebewesen allmählig zu schwinden und schließlich sich ganz zu verlieren.

Der Dolomit oder Magnesia-Kalkstein[1]) ist ein mit dem Kalkstein nahe verwandtes Gestein, welches auch aus Kalkstein durch Zufuhr von Magnesia aus wässeriger Lösung hervorgegangen ist und dabei ein mehr oder minder ausgesprochenes krystallinisches Gefüge angenommen hat. Das äußere Ansehen der Dolomite ändert sehr ab. Hochausgebildete Stufen desselben sind bald zuckerartig-körnig, bald von eckigen Hohlräumen durchzogen, deren Wandungen mit Kryställchen von Dolomit oder Braunspat besetzt sind. Mit wachsender Krystallinität schwinden auch hier die Formen der bis dahin erhalten verbliebenen organischen Reste. Oft wird dann das Gestein auch massig. Der Dolomit findet sich teils in krystallinischen Schiefern eingelagert, teils auch in jüngeren Formationen, namentlich noch im Jura vertreten. Berühmt sind die schroff ansteigenden und zum Teil spitz ausgehenden Dolomit-Felsen im südlichen Tyrol. Die Farbe des Dolomit ändert zwischen weiß, gelb, grau und bräunlichgrau und manche Dolomite sind auch so locker, daß sie zu Sand oder Staub zerfallen.

Der Quarzfels[2]) ist eine geschichtete oder auch geschieferte krystallinisch-körnige oder fast dichte Masse von Quarz oder Kieselsäureanhydrid und von weißer oder grauer Farbe, meist von großer Festigkeit. Der Quarzfels erscheint im Gebiete von Gneis, Glimmerschiefer und Thonschiefer eingelagert. Er ist meist als umgewandelter Quarzsandstein zu betrachten und ähnliche Gesteine kommen noch sehr häufig in den jüngeren Formationen eingelagert vor, wo sie zuweilen auch schon als sehr feste und geschlossene Massen auftreten.

Der Hornblendeschiefer[3]) ist ein schiefriges Gemenge von grünen oder schwarzgrünen Hornblende-Krystallen, die oft zu Fasern gestreckt sind. Er bildet Lager in Gneis und Glimmerschiefer und geht unter Aufnahme von Feldspat in Amphibolit über.

Der Serpentin[4]) ist eine feinkörnige oder dichte Masse des gleichnamigen Minerals, grün in vielerlei Abstufungen, oft geadert oder geflammt. Beigemengt erscheinen noch manche Minerale z. B. Magneteisen, Granat (Pyrop), Olivin u. dgl. Der Serpentin erscheint oft als Lager in Gneis und Glimmerschiefer und ist also ein umgewandeltes und ursprünglich neptunisches Gestein.

An anderen Orten kommt Serpentin aber auch als gangförmige, in geschichtete neptunische Gebilde querüber eingedrungene Masse vor, ist also hier ein Ergebnis der Umwandlung eines gewaltsam aus der Tiefe ausgestiegenen vulkanischen Gesteins.

Der Serpentin zeigt uns solchergestalt, wie aus ursprünglich verschiedenen — neptunischen oder vulkanischen — Gesteinen im Laufe sehr langer Zeiten unter Einfluß der in der Erdkruste wirksamen Stoffe und Kräfte schließlich eine und dieselbe Felsart hervorgehen kann.

[1]) Teil I. Gruppe VI.
[2]) Teil I. Gruppe I.
[3]) Teil I. Gruppe II.
[4]) Teil I. Gruppe II.

Noch zahlreicher sind die aus zwei, drei oder mehr Mineralen zusammengesetzten krystallinischen Gesteine. Unter ihnen sind umgewandelte geschichtete Gebilde wie Gneis, Glimmerschiefer und Amphibolit, sowie eine Menge ungeschichteter massiger (teils alter und umgewandelter, teils neuer und erst wenig oder gar nicht veränderter) Gesteine, wie Granit und Syenit, Basalt und Trachyt.

Wir beginnen mit dem Granit.[1]) Er ist ein krystallinisches Gemenge von Feldspat, Quarz und Glimmer. Der Feldspat ist meist Orthoklas, doch kommen auch andere Feldspatarten vor. Der Glimmer ist gewöhnlich weiß, grau, braun oder schwarz. Es kommen eine Menge von Abänderungen vor, desgleichen Übergänge. So geht der Granit durch lagenweise Anordnung der Glimmerblättchen häufig in Gneis über.

Die Entstehungsweise des Granits ist verschieden. Ein Teil des Granits erscheint lagerweise im Gebiete des Gneises und ist also ein uraltes geschichtetes, aber inzwischen stark umgewandeltes und massig gewordenes Gestein. Man nennt diesen Granit auch Lager-Granit. Andere Granitmassen zeigen eine gangförmige Durchsetzung älterer oder jüngerer geschichteter Gesteine und schließen dann gewöhnlich auch größere und kleinere losgerissene Bruchstücke und Schollen derselben ein. Diese sind darnach umgewandeltes vulkanisches Gestein.

Die so nach ihrer Entstehungsweise verschiedenen Granite sind aber nicht mehr nach ihrer petrographischen Beschaffenheit, sondern nur noch nach ihrer Lagerungsweise von einander zu unterscheiden.

Der Gneis[2]) ist ein körnig-schiefriger Granit, der die Hauptmasse des krystallinischen Schiefergebirgs darstellt. Beide Gesteine bilden häufig den Kern bedeutender Gebirge, wie namentlich der Alpen, des Schwarzwalds, Odenwalds u. s. w.

Es giebt viele Abänderungen, z. B. Hornblende-Gneis, der aus Feldspat, Quarz, Glimmer und Hornblende besteht.

Der Gneis überhaupt ist ein umgewandeltes geschichtetes Gestein, gleichwie der Lagergranit, in den er häufig übergeht.

Der Glimmerschiefer ist ein schiefriges Gemenge von körnigem Quarz mit Glimmerblättern. Er enthält häufig Granat eingemengt und heißt dann Granat-Glimmerschiefer.

In andern Fällen nimmt er Feldspat auf und geht dadurch in Gneis über. Enthält er dagegen vielen Quarz und wenig Glimmer, so wird er dadurch zu schiefrigem Quarzfels.

Der Glimmerschiefer überhaupt ist ein umgewandeltes Lagergestein, welches im Aufbau der Gebirge gewöhnlich über Gneis und unter Tonschiefer gelagert erscheint.

Der Syenit ist ein massiges Gestein wie der Granit und besteht aus einem krystallinischen Gemenge von Feldspat (und zwar Orthoklas) und Hornblende. Er gehört zu den umgewandelten vulkanischen Gesteinen.

Dem Syenit nahe steht der Amphibolit — vergleiche auch den Hornblendeschiefer (oben Seite 7). Es sind geschichtete Gesteine, die besonders im Gneis eingelagert erscheinen und einander sehr nahe verwandt sind.

Diorit (früher Grünstein genannt) ist ein körniges Gemenge von Feldspat (und zwar von einem triklinen Feldspat oder Plagioklas) mit Hornblende. Bei einer Abart ist Glimmer sehr häufig, dies ist der Glimmer-Diorit. Feinkörniger Diorit heißt Aphanit. Die Diorite sind überhaupt umgewandelte vulkanische Gesteine, welche ältere geschichtete Formationen durchbrochen haben.

Dem Diorit steht der Diabas nahe (früher auch Grünstein genannt). Er besteht aus Feldspat (Plagioklas) und Augit (Pyroxen).

[1]) Teil I. Gruppe IV.
[2]) Teil I. Gruppe IV.

Hieran schließt sich weiterhin der Melaphyr (früher auch schwarzer Porphyr genannt). Dieser erscheint häufig als „Mandelstein", das heißt mit mandelförmig gestreckten Hohlräumen, die von einer jüngeren Mineralsubstanz (z. B. Achat) erfüllt erscheinen. Ein Hauptvorkommen ist in der Nahe-Gegend (bei Oberstein u. a. O.)

Der Olivin-Fels ist ein krystallinisch-körniges Gemenge von grünem oder gelbgrünem Olivin mit anderen Mineralen, z. B. Enstatit, Augit, Granat u. s. w. Er erscheint meist im Gebiete der krystallinischen Schiefer und geht oft in Serpentin über.

Allgemeinere Bedeutung erlangt der Olivinfels, insofern er in seiner Zusammensetzung eine gewisse Ähnlichkeit mit manchen Meteoriten[1]) zeigt — sowie auch dadurch, daß Olivin-Stücke hie und da durch vulkanische Ausbrüche aus größeren Tiefen der Erdrinde emporgeführt worden sind.

Der Basalt ist eines der jüngeren, erst wenig umgewandelten oder scheinbar noch ganz unveränderten vulkanischen Gesteine. Er erscheint in zahlreichen Abänderungen, gewöhnlich krystallinisch-körnig, von feinerem oder gröberem Korn, schwarz oder schwarzgrau. Er besteht aus einem Gemenge von Feldspat (und zwar einem Plagioklas, z. B. Labradorit) mit Augit und gewöhnlich auch Olivin, oft auch noch mit Magneteisen oder Titaneisen. — Der Dolerit ist ein grobkörniger oder mittelkörniger Basalt.

Es gibt auch ganz olivinfreie Abänderungen des Basaltes.

Ein großer Teil der heute noch aus Vulkanen hervorbrechenden Laven sind echte Basalte. Diese Basalt-Laven zeigen meist an ihrer Oberfläche eine schlackige oder höhlige Beschaffenheit. Das innere des Stromes aber ist geschlossener körniger und klüftig-massiger Basalt.

Basalt-Laven verhältnismäßig spät erloschener Vulkane erscheinen am Niederrhein (u. a. am Laacher See) und in der Auvergne.

Von heutigen Vulkanen ergießt besonders der Ätna auf Sicilien basaltische Laven.

Der Phonolith oder Klingstein ist ein dichtes (sehr feinkörniges) im frischen Zustande dunkelgrünlichgraues oder bräunliches Gestein von gewöhnlich plattenförmiger Absonderung. Unter dem Mikroskop ergibt die Grundmasse sich als ein krystallinisch-feinkörniges Gemenge von Sanidin (glasigem Feldspat), Nephelin, Augit, Leucit, Hauyn und Magnetit. Darin erscheinen größere Sanidin-Krystalle porphyrartig eingestreut. Der Phonolith gehört zu den jüngeren vulkanischen Gesteinen und ist wie die meisten derselben quarzfrei.

Der Trachyt ist ein körniges quarzfreies, meist graues oder bräunliches Feldspat-Gestein. Seine Grundmasse besteht besonders aus feinkörnigem Sanidin oder glasigem Feldspat nebst einem Plagioklas (Oligoklas). Ferner sind in der Regel noch Hornblende, Augit und Glimmer beigemengt. In größeren Krystallen sind gewöhnlich Feldspat und Hornblende eingestreut, wodurch dann das Gestein ein porphyrartiges Ansehen erhält. Oft ist es rauhlich durch kleine Höhlungen. Es erscheint in einer Menge von Abänderungen.

Der Trachyt überhaupt gehört zu den jüngeren vulkanischen Gesteinen. An ihn schließen sich die trachytischen Laven der heutigen Epoche.

Der Porphyr, Felsit-Porphyr oder quarzführende Porphyr[2]) besteht hauptsächlich aus einer für das unbewaffnete Auge dicht und gleichartig erscheinenden Grundmasse von Felsit, d. h. einem innigen Gemenge von Feldspat und Quarz, welches sich besonders in Dünnschliffen unter dem Mikroskop deutlicher erkennen läßt.

[1]) Teil I. Gruppe XIV, 2.
[2]) Teil I. Gruppe III.

Darin liegen größere Krystalle von Quarz und Feldspat (Orthoklas und Plagioklas), auch wohl von Glimmer eingestreut.

Die Porphyre gehören zu den vulkanischen Ausbruchsgesteinen der mittleren geologischen Epochen, sind älter als die Trachyte und dürften auf dem Wege der langsamen Umbildung aus trachytischen Laven hervorgegangen sein. Andere Porphyre sind quarzfrei und bestehen fast ganz aus feinkörnigem Orthoklas.

Lava ist keine Bezeichnung eines bestimmten Gesteins, sondern bezeichnet jede vulkanische Masse, die in feurigflüssigem Zustand aus einem Vulkane hervorbricht und abfließt. Es gibt namentlich basaltische und trachytische Laven. Eine Menge Laven aus älteren geologischen Epochen stellen infolge der inzwischen eingetretenen Umlagerung der kleinsten Teilchen und mannigfachen Stoffwechsels ganz andere Gesteine dar — wie namentlich Granit, Syenit, Diorit, Melaphyr, Serpentin, Porphyr u. s. w. Sie unterscheiden sich namentlich dadurch von den heutigen Laven, daß sie meistens Quarz als mehr oder minder häufig ausgeschiedenen Gemengteil führen.

Vulkanische Asche ist eine lockere staubartige Abänderung der Lava und wird häufig von thätigen Vulkanen ausgeworfen. Sie besteht aus feinen Krystallen und Krystallsplittern von Feldspat, Augit, Magnetit u. s. w., sowie aus feinen Scherben und Splittern von vulkanischem Glas.

Häufig gelangt die vulkanische Asche auch in neptunische Absätze — sei es unmittelbar aus dem Luftkreis niederfallend oder durch fließendes Wasser herabgeführt.

Hierdurch entsteht eine Mittelstufe zwischen einer vulkanischen und einer neptunischen Bildung. Dies ist der vulkanische Tuff. Er kann sowohl auf Ebenen des Festlandes und in süßen Binnenseen als auch im Meere entstehen.

Es gibt auch vulkanische Tuffe aus älteren geologischen Epochen. Dieselben sind oft inzwischen stark umgewandelt worden und dann schwieriger zu deuten. So z. B. der in den älteren geschichteten Formationen eingelagerte Schalstein oder Diabas-Tuff. Er findet sich besonders im devonischen Schichtensystem als örtliche und untergeordnete Bildung, namentlich in Nassau.

II. Chemische Absätze aus Mineralquellen schließen sich den krystallinischen Gesteinen unmittelbar an.

Viele kohlensäurehaltige Mineralquellen oder Säuerlinge setzen, nachdem sie zu Tag getreten sind und ihren Gasgehalt zu verlieren begonnen haben, ansehnliche Lager von Kalk und meist mit etwas Eisenoxydhydrat ab.

Dahin gehört der Kalktuff oder Travertin. Es ist eine weiße oder gelbliche dichte Kalkmasse, die oft schwammig oder löcherig erscheint und gewöhnlich Pflanzenreste einschließt, z. B. Moose und Blätter.

Ein konzentrisch-schaliger Kalktuff ist der Sprudelstein[1]) von Karlsbad in Böhmen, er besteht aus Aragonit.

Eisen-Säuerlinge setzen hie und da Lager von Eisenocher oder Eisenoxydhydrat ab. So z. B. in der Umgebung des Laacher See's.

Der Kieseltuff oder Kieselsinter ist ein vorwiegend aus wasserhaltiger Kieselsäure — Kieselsäurehydrat oder Opal — bestehender Absatz heißer Quellen in vulkanischen Gegenden, z. B. auf Island. Das Gestein ist bald locker und erdig, bald dicht und fest, im ganzen ziemlich vielgestaltig.

III. Die Trümmergesteine entstehen durch Anhäufung und Verkittung einesteils von Bruchstücken älterer Gesteine, anderenteils von feinen staubförmigen oder schlammartigen Zersetzungs-Ergebnissen derselben. Dahin gehören namentlich Kies und Gerölle, Sand und Thon, sowie mannigfache, mehr oder minder mit organischen Resten gemengte Absätze der Gewässer von verschiedenen Graden der Erhärtung.

Die meisten Lager der neptunischen Formationen bestehen aus solchen gröberen oder feineren Trümmergebilden. Sie sind meist geschichtet und heißen daher auch Schichtengesteine. Doch gibt es auch hier wieder Ausnahmen von der allgemeinen Regel, so sind Lehm und Löß gewöhnlich massige Lager ohne in die Augen fallende Schichtung.

Ältere Trümmergesteine sind meist im Verlaufe der langen geologischen Zeiträume mehr oder minder stark verändert worden, sei es durch eine seither stattgehabte Verschiebung der kleinsten Teilchen, sei es durch allmählichen Stoffwechsel unter Vermittelung des in den Felsen der Erdrinde umkreisenden Wassers. So sind erdige mit Muscheln und dergl. gemengte Kalkabsätze zu festem dichtem Kalkstein und bei noch tiefer eingreifender Umgestaltung zu krystallinisch-körnigem Kalk umgesetzt worden.

Andere Kalklager sind durch Einfluß von durchsickerndem mineralhaltigem Wasser eines Teiles ihres Kalkgehalts beraubt worden oder zu einem reichlichen Magnesia-Gehalt gelangt und dadurch zu krystallinisch-körnigem Dolomit oder Magnesiakalk geworden. So gehen überhaupt alle Trümmergesteine im Laufe langer Zeiten in krystallinische Bildungen über.

Die verschiedenen jüngeren und älteren Trümmergesteine lassen sich nach verschiedenen Gesichtspunkten in besondere Gruppen ordnen. Eine bequeme Uebersicht gewährt die Unterscheidung thoniger, mergeliger, kalkiger und kieseliger Absätze oder Sedimente, die alle als staubförmige oder schlammartige Ablagerungen oder in Form von Sand und Gerölle beginnen, später erhärten und dann oft noch der krystallinischen Umbildung verfallen. Letzteres geschah und geschieht besonders dann, wenn ein Lager durch jüngere Bedeckung in größere Tiefe gerückt erscheint.

Zu den thonigen Gesteinen gehört besonders der Töpferthon oder plastische Thon, dann der Lehm oder Ziegelthon, ein feinsandiger Thon, ferner der Löß, ein mergeliger an Schalen von Landschnecken oft reicher Lehm.

In den mittleren Formationen erscheinen diese thonigen Gesteine erhärtet und gewöhnlich auch geschiefert. Dahin gehört z. B. der Schieferthon und der Brandschiefer, ein von bituminösen Substanzen erfüllter Schieferthon.

Noch stärker umgewandelt erscheinen die in den unteren Formationen eingelagerten thonigen Gesteine, wie der Thonschiefer, der Dachschiefer, der Grauwackenschiefer, der Alaunschiefer u. s. w. Von diesen gehen namentlich manche Thonschiefer durch allmähliche Mittelstufen in krystallinische Schiefer über, z. B. in Glimmerschiefer.

An die thonigen Gesteine schließen sich die mergeligen nahe an. Sie unterscheiden sich von ihnen nur durch eine reichlichere Beimengung von Calciumcarbonat. Dahin gehört der erdige Mergel, der dichte Mergel und der Mergelschiefer.

Ein bituminöser mit Kupfererzen gemengter Mergelschiefer ist der Kupferschiefer von Thüringen und Hessen.

Kalkige Gesteine entstehen teils durch Anhäufung von Trümmern älterer Kalklager, teils auch von Ueberresten kalkabscheidender Organismen. Letztere dürften die Hauptquelle für die Entstehung von Kalkabsätzen gewesen sein, der Vorgang ist aber nicht mehr in alle Einzelheiten zu verfolgen.

Besondere Trümmergesteine kann jedes krystallinische Gestein liefern. So z. B. der Granit und der Gneis. Sie zerfallen unter Einfluß von Luft und Wasser in losen granitischen Sand und Kies oder Grus. Aus ihm sind aber auch schon durch spätere Erhärtung feste granitische Sandsteine hervorgegangen, die zuweilen einem echten Granit sehr ähnlich sehen.

Das härteste und der Verwitterung am hartnäckigsten widerstehende Gesteins-Material ist der Quarz oder das

[1]) Teil Gruppe VI.

Kieselsäureanhydrid. Er sammelt sich daher im Verlauf der Wegführung durch fließendes Wasser und der Ablagerung auf Ebenen, in Binnenseen und Meeren häufig an und bildet hier Lager von Sand, Kies oder Grus (mit geringer Abrollung) und Gerölle (mit ganz abgeriebenen Bruchkanten).

Aus solchen losen Quarz-Ablagerungen entstanden dann auch im Verlaufe der geologischen Epochen durch Erhärtung eingestreuter Beimengung die verschiedenen Abänderungen von Sandstein, Konglomerat und Breccie. Ihr Bindemittel oder Zement ist sehr mannigfach. Es gibt Sandsteine mit kieseligem, thonigem, mergeligem, kalkigem und ocherigem Bindemittel. Es gibt auch kieselige (Quarz-) Sandsteine, die scheinbar in den zu den krystallinischen Gesteinen gerechneten körnigen Quarzfels übergehen.

IV. Wir wenden uns zu den aus organischen Resten zusammengesetzten Gesteinen. Sie können von Pflanzen und von Tieren aufgebaut sein. Ersteres ist namentlich der Fall bei den teils kohlenstoffreichen, teils fast aus reinem Kohlenstoff bestehenden Gesteinen Torf, Braunkohle, Steinkohle, Anthracit und Graphit.

Der Torf[1]) ist eine bald lockere, bald feste Anhäufung von abgestorbenen und in langsame Zersetzung übergegangenen Pflanzenresten und besteht hauptsächlich aus Humussubstanzen, deren elementare Zusammensetzung der des Holzes oder der Cellulose (Kohle-Hydrat) noch ziemlich nahe steht.

Der Torf entsteht durch die Vegetation in Sümpfen, sowie auch auf feuchten Stellen in Wiesen und Waldungen, wo nur immer stehendes Wasser sich das Jahr über erhält. Hierbei sind verschiedene Sumpfgewächse beteiligt, namentlich aber das von Jahr zu Jahr am Grunde absterbende und nach oben fortwachsende Torfmoos oder Sphagnum, sowie Gräser und Schilfrohre.

Braunkohle oder Lignit[2]) begreift eine sehr mannigfach geartete Anhäufung von Pflanzenresten als Lager in den mittleren und jüngeren Formationen. Sie nimmt eine mittlere Stellung zwischen Torf und Steinkohle ein. Es gibt erdige und lockere Braunkohlen, die gewissen Torfarten sehr nahe kommen. — Andere sind noch ganz holzartig und stellen braune bituminöse Hölzer dar. Dies ist der Lignit oder das bituminöse Holz.

Die Braunkohle ist schon etwas stärker zersetzt als der Torf. Sie ist gewöhnlich reicher an Kohlenstoff. Sie enthält noch viel an Humus-Substanzen, aber zugleich hat die Bildung bituminöser Substanzen zugenommen, welche namentlich durch den starken Geruch des Braunkohlenbrandes sich kund geben.

Manche Kohlenlager der mittleren geologischen Formationen bilden Mittelstufen zwischen Braunkohle und Steinkohle und erweisen die nahe Verwandtschaft beider Gebilde.

Die Steinkohle oder Schwarzkohle[3]) ist weiter in der Zersetzung vorgerückt als der Torf und die Braunkohle und dabei reicher an Kohlenstoff geworden.

Viele Steinkohlenlager verkünden noch durch Aushauchung von Kohlensäuregas und von brennbarem Kohlenwasserstoff-Gas oder Methan-Gas die im Schoße der Erde ununterbrochen fortgehende Zersetzung, als deren Ergebnis ein kohlenstoffreicherer Rückstand verbleibt. Dabei sind die Einschlüsse ehemaliger Pflanzenreste gewöhnlich bis zur letzten Spur verschwunden oder es ergeben nur noch Dünnschliffe unter dem Mikroskop die Ueberreste des Holzgewebes von Pflanzen.

Die Steinkohle überhaupt besteht vorwiegend aus Kohlenstoff, dem mehr oder minder viele bituminöse Substanz beigemengt ist. Der Gehalt an Humusstoffen ist im Verlaufe der Zersetzung verschwunden.

[1]) Teil I. Gruppe XIII.
[2]) Teil I. Gruppe XIII.
[3]) Teil I. Gruppe XIII.

Der Anthracit, auch Glanzkohle[1]) genannt, ist eine noch stärker umgewandelte Steinkohle, härter und schwerer verbrennbar als diese und reicher an Kohlenstoff infolge der Zersetzung des Bitumens. Er zeigt aber unter dem Mikroskop immer noch Spuren von Pflanzengewebe.

Während Torf, Braunkohle, Steinkohle und Anthracit in einander häufig übergehen, steht ein fünftes Kohlenstoffgestein, der Graphit,[2]) ganz vereinzelt. Es ist ein krystallinisch gewordener schuppenförmiger oder feinkörniger Kohlenstoff. Er erscheint als Lager im Gebiet von Gneis und Glimmerschiefer und zeigt von Pflanzengewebe keine Spur mehr, gilt übrigens auch mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit als Umwandlung von Ablagerungen pflanzlicher Materialien.

Pflanzlicher Abkunft ist auch die aus einer fast reinen, aber wenig wasserhaltigen Kieselsäure bestehende Diatomeen-Erde, ehedem auch Infusorien-Erde genannt. Solche Lager entstehen in Sümpfen und Seen durch die Anhäufung der mit mikroskopisch kleinen Kieselschalen gepanzerten Algen oder Diatomeen. Man hat sie früher für Reste von Infusorien oder Aufgußtierchen gehalten; sie gehören aber dem Pflanzenreich an.

Polierschiefer ist eine mehr oder weniger stark umgewandelte Diatomeen-Erde im Gebiet der tertiären Formationen. Er ist zum Teil durch Auflösung und Wiederabsetzung der Kieselsäure zu opalartiger Substanz umgewandelt.

Tierischer Abkunft sind viele, wenn nicht die meisten Kalklager, aber die Zeugnisse ihrer Entstehung haben sich oft im Verlaufe der geologischen Epochen wieder verloren, wozu die im Schoße der Gebirge wandernden Gewässer mit einem Gehalt an Kohlensäure genug Anlaß geben konnten.

Kalkige Absatzgesteine erscheinen teils erdig wie die Kreide, teils dicht wie die verschiedenen Abänderungen des Kalksteins, z. B. der Kalkschiefer.

Die kalkigen Absätze gehen meist aus der Anhäufung der Reste kalkausscheidender Organismen hervor — die der Binnenseen aus Schalen von Muscheln und Schnecken und die des Meeres aus Muscheln, Schnecken, Korallen und aus Trümmern solcher. Sie erleiden im Verlauf längerer Zeiten manche Umgestaltungen. Das anfangs locker aufgehäufte Gestein wird dicht. In der Folge werden die eingeschlossenen organischen Reste undeutlich und verschwinden zuletzt ganz. Daran reihen sich dann Uebergänge in krystallinisch-körnigen Kalk — oder wo noch das die Felsen tränkende Wasser Kalk hinwegnahm oder Magnesia zuführte, in Dolomit.

Tierischer Abkunft ist auch der Guano oder der seit Jahrtausenden aufgehäufte Kot der Seevögel auf Inseln unter trockenem warmem Klima. Er ist mehr oder minder reich an phosphorsaurer Kalkerde und zeigt je nach seinem Alter verschiedene Grade der Umwandlung.

Physiographische Geologie.

Der physiographische[3]) Teil der Geologie oder die Naturbeschreibung der Erde, auch Geographie genannt, erörtert die Gestalt, Größe und Oberflächen-Beschaffenheit der Erde, ferner die Wärmeverhältnisse der Oberfläche und der uns zugänglichen Tiefe, auch das spezifische Gewicht unseres Planeten, endlich die Gestaltung und Tiefe des Meeres, auch wohl die Gestalt und Bewegung der Atmosphäre.

Bezüglich der Gestalt, des spezifischen Gewichts und der Temperaturverhältnisse der Erde von ihrer Oberfläche an bis ins Innerste ist bereits in der vorangehenden Geo-

[1]) Teil I. Gruppe XIII.
[2]) Teil I. Gruppe XIII.
[3]) Vom griechischen physis, die Natur und graphein, schreiben.

gome das Wichtigste angegeben, soweit Untersuchungen darüber Aufschluß geben können. Während jedoch der Untersuchung der festen Erdrinde mit wachsender Tiefe ein verhältnismäßig rasches Ziel gesteckt wird, sind Festland und Meeresküste, Berg und Thal im allgemeinen der Erforschung weithin zugänglich und daher auch das Hauptfeld geologischer Forschung.

Hier treten drei Umhüllungen des heißen Erdinnerns in den Vordergrund.

Zunächst die feste Erdkruste oder Lithosphäre, deren höherer Teil Festland und Inseln darstellt — darüber in Vertiefungen angesammelt die Wasserbedeckung, namentlich das Meer. Beide umhüllt der Luftkreis oder die Atmosphäre als bewegliche äußerste Schichte, deren Grenze gegen den leeren Weltraum wir nicht genau festzustellen vermögen.

Das Festland ragt in mehreren großen und zahlreichen kleineren Stücken aus der überwiegenden Meeresbedeckung hervor. Am reichlichsten ist es auf der nördlichen Halbkugel vertreten. Ueber ²/₃ der gesamten Festland-Oberfläche kommen auf diese Erdhälfte und aus ihr reichen Fortsetzungen mit verdünnten Umrissen auf die südliche über.

Vereist und unzugänglich sind die beiden Polarregionen. Man weiß nicht, ob der Nordpol und der Südpol festes Land oder zu ewigem Eis erstarrtes Meer sind.

Die größte absolute Höhe der Erdoberfläche besitzt — nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse — der Mount Everest oder Gaurisankar im Himalaya (an der Grenze von Nepal und Tibet) mit 8839 Meter (27,212 Pariser Fuß). Der Dhawalagiri, den man vordem als den höchsten Berg der Erde betrachtete, erreicht nur 7955 Meter Meereshöhe.

Die mittlere Höhe des gesamten Festlandes berechnete Humboldt zu beiläufig 300 Metern. Neuere Berechnungen ergeben etwa 440 Meter.

Das Meer oder der Ozean ist das vielgegliederte allgemeine Sammelbecken aller von den Festländern herabströmenden Gewässer und erneuert durch Dampf, Wolken und Regen ununterbrochen deren Lauf — wobei sich nach allem Vermuten allmählich und unmerklich sein Salzgehalt vermehrt. Es nimmt ³/₄ — wenn nicht noch mehr — von der Oberfläche des Erdballes ein und zeigt Tiefen, die der Höhe der bedeutendsten Berggipfel des Festlandes nur wenig nachstehen.

Bei dem Meere hat man die seichten Küstenstrecken und die tiefen Meeresbecken zu unterscheiden.

Die seichten Küstenstrecken schließen sich meist innig dem Rande der Festländer an und verhalten sich als untermeerische Fortsetzungen derselben. Diese verkünden sich gewöhnlich dann auch durch Gestade-Inseln, wie die der Nordseeküste. Dann beginnt erst das eigentliche Meeresbecken mit steil abfallendem Rand — wahrscheinlich als eingesunkener Teil der Erdkruste.

Die mittlere Tiefe des Meeres wird auf etwa 3500 Meter geschätzt. Die größte bis jetzt ermittelte Meerestiefe liegt im nördlichen Teil des stillen Ozeans und beträgt 8513 Meter — also ein paar hundert Meter weniger als die Höhe des höchsten Gipfels des Himalayas. Dazu kommt eine Tiefe von 7086 Meter im nördlichen Teil des atlantischen Meeres.

Die dynamische Geologie

handelt von den Kräften,[1] die bei der ursprünglichen Bildung der Gesteine, welche die feste Erdrinde darstellen, maßgebend waren, dann die Gestaltung der Erdrinde und die Beschaffenheit der Gesteine mannigfach umänderten, endlich auch heute noch an der Oberfläche und in der Tiefe wirken und weiter umformen.

[1]) Griechisch dynamis, die Kraft.

Ihr Hauptsatz ist die Behauptung, daß die Kräfte sich ewig gleich bleiben und nur die Stärke ihrer Wirkungen nach den Umständen abändert — eine Annahme, deren Richtigkeit sich selbst für weit abgelegene Epochen der Erdgeschichte erweisen läßt — wie z. B. die Anpassung des Auges der ältesten Trilobiten an dieselben Gesetze des Lichtes, wie sie heute noch wirksam sind, zeigt.

Die dynamische Geologie begreift eine Reihe von besonderen Gebieten, namentlich das des Vulkanismus — dann die Thätigkeit des Wassers, sowie die der Luft und die des organischen Lebens.

Wir beginnen mit dem Vulkanismus und den übrigen Beziehungen zwischen dem glühendheißen Erdinnern und der abgekühlten Erdoberfläche.

Die vulkanische Thätigkeit, die sich zunächst in Erschütterungen und Zerklüftungen des Felsbodens, dann in Ausbrüchen geschmolzener und in Ausschleuderungen zerstäubter Massen offenbart, dürfte nach neueren Ansichten über der mittleren Schale des Erdballs oder der sogen. Olivin-Zone ihren Sitz haben, wie oben Seite 3 bereits angegeben wurde.

Alexander von Humboldt deutete den Vulkanismus — im weitesten Sinne des Wortes — als Reaktion des Erdinnern gegen die Oberfläche.

Mancherlei neuere Betrachtungen führen indessen eher dahin, anzunehmen, daß die vulkanischen Erscheinungen durch die Einwirkung der peripherischen Massen des Erdballs gegen die mittlere Schale des Erdinnern — oder die sogen. Olivin-Zone — bedingt werden und von dieser erst gegen die Erdoberfläche erfolgen.

Vulkane sind mehr oder minder lange Zeit hindurch andauernde, bald nur ein einzigesmal wirksame, bald in gewissen periodischen Fristen wieder hergestellte kanalförmige Verbindungen des Erdinnern — genauer gesagt, der tieferen Region der Erdrinde — mit der Erdoberfläche, die gewöhnlich an ihrem Ausgang einen Berg oder Hügel um sich aufschütten. So erreicht der Cotopaxi in den Anden eine Höhe von 5943 Meter.

Die hervortretendste Thätigkeit der Vulkane besteht in der Emportreibung von feurigflüssigem Gestein oder Lava, die gewöhnlich von einer Entweichung einer großen Menge von Wasserdampf begleitet erscheint.

Der gewöhnliche Weg der Lava ist der Krater oder Schlund des Vulkans, der aber nur während der eigentlichen Thätigkeit desselben offen steht. In anderen Fällen brechen die Abhänge der Vulkankegel in Spalten auf und nehmen die Laven dann durch letztere ihren Weg.

Bisweilen ist der Betrag der von einem einzigen Vulkanausbruch zu Tage geförderten Lava sehr beträchtlich. So z. B. ergossen sich auf Island i. J. 1783 zwei Lavenströme, deren einer eine Länge von mehr als 80 Kilometer erreichte.

Der Herd der vulkanischen Thätigkeit wird von vielen Geologen auf etwa 66 000 bis 70 000 Meter Tiefe veranschlagt, wo dann eine Temperatur von 2000° C. herrschen dürfte und die meisten unserer krystallinischen Gesteinsmassen schmelzen müßten. Doch beruht dieser Betrag nur auf einer ungefähren Abschätzung. Andere Geologen vertreten in dieser Hinsicht andere Meinungen. Wir wissen, wie von der Zusammensetzung des Erdinnern überhaupt, so auch von der Tiefe des vulkanischen Herdes nur weniges mit einiger Sicherheit. Jedenfalls aber ist der Vulkanismus eine der wichtigsten und ältesten Erscheinungen in der Geschichte der Erde.

Während der mannigfachsten Vorgänge von Zerreißung der Erdrinde, Hebungen und Senkungen dauerte im Verlaufe der geologischen Epochen die vulkanische Thätigkeit — bald hier bald da hervortauchend und eine Zeit lang mit Heftigkeit wirksam — ununterbrochen fort und häufte Laven und Aschen um die Ausbruchs-Oeffnungen an.

Sie scheint bald für jeden einzelnen Fall nur auf einer örtlich vorübergehenden Kommunikation zwischen der Erdoberfläche und der hocherhitzten Mittelschale des Erdinnern zu beruhen. Sie kann sich aber auch periodisch — nach längeren oder kürzeren Unterbrechungen — an einer günstig gearteten Stelle wiederholen.

Die vulkanische Thätigkeit hat auch seit den ältesten Zeiten zahlreiche Berge und einzelne größere Gebirge hervorgebracht, indem sie bald mehr glühend-flüssige Laven ausgoß, bald Gesteinsbrocken und Aschen um die Ausbruchs-Öffnung aufschüttete.

Sie scheint dabei vorwaltend auf die Mitwirkung vom Meereswasser angewiesen zu sein. Vulkane sind wenigstens bei weitem häufiger an den Meeresküsten, auf Inseln, sowie auch auf dem Meeresboden, als im Innern der großen Festländer. Diese sind dagegen oft reich an älteren längst erloschenen Ausbruchstätten. Reich an solchen sind z. B. die Eifel und die Auvergne.

Die Zahl der heute noch thätigen feuerspeienden Berge ist schwer abzuschätzen. Seit Mitte des vorigen Jahrhunderts haben 139 derselben Ausbrüche gehabt.

Davon kommen die meisten auf den großen Ozean, bilden Inseln oder liegen nahe der Meeresküste.

Sie erscheinen bald gruppenweise beisammen und heißen dann Zentral-Vulkane. Zu ihnen gehören die von Island mit dem Hekla. Andere Vulkane stehen zu mehreren in einer mehr oder minder ausgesprochenen Reihe und heißen darnach Reihen-Vulkane. Dahin gehören die Vulkane der Anden. Diese Reihen scheinen der äußere Ausdruck einer mächtigen in große Tiefen niedergehenden Spalte zu sein, welche überhaupt für die Gestaltung eines großen Teils von Südamerika maßgebend gewesen sein mag.

Das Meer ist der Hauptförderer des Vulkanismus. Doch dürften auch große Binnenseen im Innern der Kontinente eine ähnliche Rolle spielen.

Sehr lehrreich für das Verständnis des Aufbaues der Vulkane überhaupt ist ein Durchschnitt durch den Vesuv, Tafel II, Fig. G.

Unser Bild zeigt im Umkreis des eigentlichen heute noch thätigen Vulkans die Ruine des weiteren Kraters eines älteren Vulkans, der Somma, der jetzt nur einen Halbkreis darstellt. Er besteht aus Leucit-Lava oder Leucithophyr über einer Schwelle von trachytischen Tuffen. Durch diesen älteren Krater ist der eigentliche jüngere Vesuv emporgestiegen, der wahrscheinlich erst im Jahre 79 n. Chr. bei dem berühmten Ausbruche, der Herkulanum und Pompeji verschüttete, entstanden ist. Er besteht aus Laven, Schlacken und Aschen von leucitischem Gestein in mannigfachem Wechsel. Bänke fester Lava wechseln mit Lager von verkitteten Schlacken und Asche.

Solche Vulkane, deren Kegel wie die Somma und der Vesuv aus abwechselnden Lagen oder Schichten von ausgeworfenen und von ausgeflossenem Material bestehen, heißen geschichtete oder Strato-Vulkane.

Ihnen gegenüber stehen jene Vulkane, deren Kegel nur aus massivem Gestein besteht und nur einem einzigen Ausbruch seine Entstehung verdankt. Der Ausbruch war hier entweder gar nicht von Schuttauswürfen begleitet oder dieselben waren nur unbeträchtlich.

Erdbeben sind plötzliche Erschütterungen oder gleichsam Zuckungen der festen Erdrinde, die sich gewöhnlich im Verlauf kurzer Zeiträume mehrmals wiederholen. Man kann annehmen, daß sie fortwährend — bald hier bald da — erbebt, gewöhnlich nur sehr schwach, seltener mit Heftigkeit.

Manche Erdbeben sind über einen ansehnlichen Teil der Erdoberfläche verbreitet. So berichtet man vom Erdbeben von Lissabon (1. Nov. 1755), daß es nicht nur viele Städte in Marokko zerstörte, sondern auch noch in Skandinavien, in Massachusetts und auf den kleinen Antillen wahrgenommen wurde. Die Thermen von Teplitz in Böhmen erlitten damals eine vorübergehende Störung. Die meisten Erdbeben sind aber auf kleinere Gebiete beschränkt.

Das Verbreitungsgebiet der Erdbeben ist meist annähernd kreisförmig mit radial abnehmender Heftigkeit. Andere stellen ein langgestrecktes Band dar, wie dies namentlich öfter in den Anden von Südamerika vorkommt.

Die Richtung der Erdbeben zeigt einige Verschiedenheiten, doch haben sie alle das miteinander gemeinsam, daß sie ihre Ursache in mehr oder minder großer Tiefe unter der Oberfläche haben. Manche Erdbeben lassen senkrechte Stöße von unten gegen oben erkennen. Diese wirken oft sehr verheerend, wie das z. B. bei dem heftigen Erdbeben von Calabrien im Jahr 1783 in ausgezeichneter Weise der Fall war. Auch drehende oder wirbelnde Bewegungen sind hie und da bei Erderschütterungen schon beobachtet worden.

Die meisten Erdbeben äußern sich durch eine wellenförmige Bewegung, der Boden schwankt dabei zuweilen wie ein vom Sturm bewegtes Meer. Am verheerendsten wirken wellenförmige Erdbeben, wenn mehrere Wellen sich kreuzen und zu einer wirbelnden Bewegung zusammentreten.

Die Erdbeben überhaupt gehören zu den gewaltigsten Naturereignissen, welche auf den äußeren Bau der Erdrinde verändernd einwirken. Heftige Erdbeben erschüttern Berge und Felswände. Mächtige Felsmassen und Schuttlager lösen sich von den Abhängen und gehen in die Thäler nieder, wo sie dann Stauungen des fließenden Wassers hervorbringen können.

Häufig entstehen dabei Spalten von verschiedener Länge und Breite im Erdboden. Entstehen sie in festem Gestein, so können sie längere Zeit sichtbar bleiben. Man hat deren bis zu einer Länge von mehreren Kilometern beobachtet. Zuweilen ist die Zerspaltung des Bodens mit einer Hebung oder Senkung der einen Seite verbunden.

In Verbindung mit der von heftigen Erdbeben hervorgebrachten Zerreißungen des Bodens erscheinen zuweilen auch gewaltsame Ausbrüche von Gasen, Wasser und Schlamm. Sie sind aber bloße gelegentliche Nebenerscheinungen, die von vorübergehendem örtlichem Druck herrühren.

Die Ursache der Erdbeben liegt mehr oder weniger tief unter der Erdoberfläche an Stellen, die unserer Wahrnehmung unzugänglich sind. Sie ist daher auch noch mehr oder weniger rätselhaft. Als sicher kann man annehmen, daß es mehr als eine einzige Ursache der Erdbeben gibt.

Erstlich gibt es Erdbeben, welche die Ausbrüche der Vulkane begleiten. Ihr Ausgangspunkt ist immer der vulkanische Schlot. Von ihm strahlen die Stöße aus.

Andere Erdbeben stehen nicht nachweisbar mit vulkanischen Ausbrüchen in Verbindung. Man betrachtet sie daher als Ausgleichung von Spannungen, die in der tieferen Erdrinde im Verlaufe von Seitendruck und Faltung oder Zerreißung der Felsmassen erfolgen. Die Ausgleichung jener Spannungen kann dann mit mehr oder minder großer Heftigkeit sich vollziehen. Hierher zählen die meisten Erdbeben in Deutschland, England, Frankreich und den Alpenländern.

Man kann endlich auch annehmen, daß zuweilen kleinere örtliche Erdbeben infolge des Einsturzes größerer Hohlräume der tieferen Erdrinde entstehen. Dies kann am leichtesten an Stellen, wo salz- und gypsführende Formationen lagern, vorkommen. Auch hat man kleinere Erdbeben schon auf Rechnung der auslaugenden Thätigkeit von Mineralquellen gesetzt.

Sowohl die geschichteten Ablagerungen als die massigen Gesteine sind mehr oder minder durch schmalere oder breitere Risse in ihrem Zusammenhang unterbrochen.

Diese Risse, die wir auch Spalten oder Klüfte nennen, teilen die Gesteine bisweilen in auffallend regelmäßige Stücke, z. B. manche Sandsteine in Quader und manche Basalte in Säulen. Die einfachste Entstehungsweise der Zerklüftung ist in der Zusammenziehung der Gesteine im Verlaufe ihrer Erhärtung und weiterer Umbildung zu erblicken.

Es gibt aber auch Klüfte von größerer Ausdehnung, die offenbar von heftigen Bewegungen der festen Erdrinde herrühren, z. B. von Faltungen, Hebungen oder Senkungen derselben. Die durch sie getrennten Gebirgsteile sind dann oft in ihrer gegenseitigen Lage verrückt. Man sagt dann, sie sind verworfen und nennt den Riß eine Verwerfungs-Kluft. Diese sind oft sehr beträchtlich und manche lassen sich mehrere Meilen weit verfolgen. Dem Bergbaubetrieb bieten sie zuweilen große Hindernisse.

Die Ausfüllung der Klüfte kann sehr verschiedener Art sein. Manche Klüfte sind von Gesteinsschutt, Thon u. dergl. ausgefüllt. Ihr Material stammt von den Seitenwänden oder von oben.

In vielen anderen Fällen zeigen sich die Klüfte von eruptiven, in feurigem Flusse aus der Tiefe empor getriebenen Laven oder Porphyren, Graniten u. s. w. eingenommen. Diese sind also von unten her ausgefüllt.

Endlich zeigen eine Menge von Klüften Absätze krystallisierter Mineralien, z. B. von Quarz, Kalkspat, Flußspat, Schwerspat u. a. zusammen mit mancherlei Erzarten, z. B. Bleiglanz, Kupferkies, Eisenspat, Zinkblende u. s. w.

Dies sind die erzführenden Gänge, die besonders in den älteren Formationen, namentlich im krystallinischen Schiefergebirg wie auch noch im silurischen und im devonischen System aufsetzen und seit langer Zeit Hauptgegenstand des Bergbaues sind.

Sie stellen sich als mehr oder minder mächtige, bald einfach plattenförmige, bald aus mehreren parallelen mehr oder minder paarigen Platten zusammengesetzte Mineralmassen dar. Der letztere Fall ist oft in großer Regelmäßigkeit ausgebildet und alsdann wiederholt sich jede Lage an der ihr eigentümlichen Stelle bis auf die mittelste Lage, die unpaarig verbleibt und sich als der jüngste Absatz erweist. Dabei wiederholt sich nicht selten auch die gleiche Reihenfolge der Absätze in Erzgängen weit entlegener Gegenden.

Die Entstehung derselben hat viel Rätselhaftes und verschiedene Hypothesen sind zu ihrer Aufhellung aufgeboten worden. In neuerer Zeit setzt man die Mineral-Absätze in Gängen vorzugsweise auf Rechnung der bald auflösenden bald absetzenden Thätigkeit des im Innern der Erdrinde sich bewegenden Wassers, zumal bei wärmerer Temperatur, sowie bei Mitwirkung von Kohlensäure u. s. w.

In der That kommen auch in fossilführenden unzweifelhaft von Gewässern abgesetzten Gesteinslagern, ja sogar im Innern von Konchylien und andern Versteinerungen mancherlei krystallisierte Mineralien vor, wie man sie sonst auf Erzgängen anzutreffen gewohnt ist. So kann man z. B. an manchen Stellen im mittleren Lias von Schwaben — wie Quenstedt hervorhebt, keinen Ammoniten (Ammonites amaltheus) zerschlagen, worin nicht Krystalle von Kalkspat, Braunspat, Schwefelkies, Cölestin, Blende u. s. w. ausgeschieden wären. Diese alle sind durch eine langsame Einseihung von mineralhaltiger Flüssigkeit entstanden — ähnlich wie man dies auch von den Mineralien auf Erzlagerstätten anzunehmen Grund hat.

Sämtliche Elemente der Erdrinde befinden sich in einer bald fortwährenden und zum Teil lebhaft in die Augen fallenden, bald wieder durch lange Pausen unterbrochenen Wanderung.

Am ausgesprochendsten ist von ihnen der Kreislauf des Wassers. Das Meereswasser läßt sich in chemischer Hinsicht mit einem durch Abdampfung konzentrierten Flußwasser vergleichen, dessen Salzgehalt in allmähliger Anreicherung begriffen ist. Das Meer ist gleichsam ein großes dampfendes Wasserbecken.

Aus ihm geht das Wasser zunächst in Dampfform in die Atmospäre über. Es fällt aus dieser dann als destilliertes Wasser — nämlich als Regen und Schnee — auf die Erde, dringt in lockere Bodenschichten und in zerklüftetes Gestein ein und laugt diese aus. Es kehrt dann durch zahllose Quellen, Bäche und Ströme, die ausgeführten Materien in sich tragend in das Meer zurück, dessen Mineralgehalt um einen neuen Grad vermehrend, dieser Vorgang wiederholt sich in unaufhörlichem Kreislaufe, dessen eine Hälfte auch die löslichen Mineralsubstanzen mitmachen.

Atmosphärilien, fließendes Wasser und Gletscher nagen ununterbrochen die ihnen ausgesetzten Oberflächen der festen Felsmassen wie auch oft der jüngeren kaum erst abgelagerten Absätze an und führen ihre Trümmer den Niederungen, den Seen und dem Meere zu, wo diese sich zu neuen Bodenschichten anhäufen. Jene zerstörenden Gewalten streben ununterbrochen die Berge zu erniedern, die Tiefen auszufüllen, die Erdoberfläche überhaupt auszuebnen.

Der Vorgang ist sehr vielgestaltig. Der Sauerstoff der Atmosphäre und das Regenwasser mit seinem Gehalt an Kohlensäure greifen die Felsmassen chemisch an und lockern dabei allmählig deren Zusammenhang.

Dann macht sich der Wechsel zwischen Trockenheit und Nässe, sowie zwischen Wärme und Frost geltend und wirkt auf die Gesteine auflockernd, oder wo der Frost unter den Gefrierpunkt sinkt, selbst gewaltsam sprengend.

Schließlich vereinigen sich Regenwasser und Quellwasser bergabfließend zu Bächen, Flüssen und Strömen, und mannigfach ist deren felszerstörende Thätigkeit sowohl mit ihrem Anprall schon, als auch und noch mehr durch die annagende Gewalt der ihnen folgenden Gerölle und Blöcke.

Wo Hochgebirge zur Schneegrenze oder noch darüber ansteigen, pflegen sich Gletscher zu bilden und durch die Thäler Ströme von halbvereistem Schnee herabzusenden. Diese bringen große Mengen von Schutt und Blöcken mit sich und lagern diese demnächst teils zur Seite, teils vor ihrer Stirn ab. Zugleich fegen sie die Wände und den Boden der Thäler, durch die sie ihren Weg nehmen, glatt ab und hinterlassen hier, sobald sie zurückschmelzen, glatte und geritzte Felsflächen.

Das alles trägt dazu bei, langsam aber unwiderstehlich die Berge und Bergketten abzutragen. Bald nimmt ihre Höhe ab, bald reißen die abfließenden Gewässer tiefe Schluchten in ihre Abhänge ein und dringen — rückwärts vorgehend — immer weiter ein in ihr bis dahin der Zerstörung unzugänglich verbliebenes Innere, so daß das Gebirge mehr und mehr als Ruine von dem erscheint, was es ursprünglich war.

Man hat daher allen Grund zur Vermutung, viele heutige Gebirge seien in älterer Zeit viel höher gewesen als sie derzeit erscheinen und hätten große Beträge ihrer früheren Masse im Verlauf der Verwitterung und Abnagung eingebüßt, ohne Ersatz zu erhalten.

In anderen Fällen konnte ein Gebirg allerdings auch durch allmählich fortdauernde Hebung so viel an Höhe zunehmen, als es durch gleichzeitige Oberflächen-Zerstörung verlor.

Ein oftgenanntes Beispiel der ausnagenden Thätigkeit der großen Flüsse ergibt der Wasserfall des Niagara-Stromes zwisches Erie-See und Ontario-See. Taf. II., Fig. H.

Er schreitet — nach mehrjährigen Beobachtungen — jährlich etwa 1/3 Meter rückwärts, indem seine mit Heftigkeit niederstürzende Wassermasse eine am Fuße gelegene Schicht von ziemlich lockeren Schiefern stark annagt und in weiterer Folge die darüber gelagerten Schichten von festerem Kalkstein abbröckelt.

Dies findet dermalen etwa in der Hälfte des Weges zwischen beiden Seen statt. Der Vorgang ist aber offenbar schon lange in Thätigkeit und der Wasserfall muß in älterer Zeit einmal nahe über der ebenen Fläche des Ontario-Sees gelegen haben. Man hat auf diese Ausgangspunkte eine Berechnung der Dauer des Zurückweichens versucht.

Die Schlucht zwischen der heutigen Stelle des Wasserfalles und dem Oberrande der Ontario-Ebene hat eine Länge von 12,000 Meter (1 ½ deutsche Meilen). Nimmt man nun den jährlichen Rückzug zu 0,33 Meter an, so ergibt die Rechnung für die Bildungszeit der Schlucht — also für das Zurückweichen des Falles bis zu seiner heutigen Stelle — die Summe von 36,000 Jahren.

Wenn diese Rechnung sich auch nicht auf völlig genaue Elemente stützt, so genügt sie doch als Beispiel für die lange Zeit, welche die Ausnagung eines felsigen Thales durch fließendes Wasser in Anspruch nimmt. Thäler in festem Granit mögen oft noch viel längere Zeiten erfordert haben.

Das Meer verschlingt hie und da beträchtliche Ränder der Kontinente und Inseln, am meisten dort, wo der Unterschied zwischen Ebbe und Flut den höchsten Betrag erreicht oder wenn der Sturm die Wogen wider den Strand wirft.

Es setzt mächtige Felsblöcke in Bewegung und nagt felsige Strandlinien an, indem es die Schwelle der Felsen untergräbt und die höheren Teile derselben zum nachstürzen bringt. Es trägt auch sandig schlammige Küstenstrecken oft weithin ab. So namentlich, so weit als die überlieferte Geschichte zurückreicht, an der deutschen Nordseeküste, wie auch an der holländischen und an der Süd- und Ostküste von England.

Während ununterbrochen der Einfluß des Wassers und der Atmosphärilien die festen Felsgebilde annagt und zur Ablagerung neuer Schichten in Niederungen und auf dem Boden der Seen und des Meeres führt, dauert auch die chemische Einwirkung des Wassers, welches gewöhnlich noch durch einen kleinen Gehalt an Kohlensäure unterstützt wird, auf die Gesteinsmassen sowohl der Oberfläche als auch der größeren Tiefen langsam und gewöhnlich fast unbemerkbar fort.

Das Regenwasser, mit einem Gehalt an Kohlensäure aus der Atmosphäre niedergehend, dringt in lockeren Boden und in zerklüftete Felsmassen ein, erreicht größere oder geringere Tiefen und tritt, wo ihm Niederungen und Thäler den Weg eröffnen, als Quellen wieder hervor.

Vieles Quellwasser ist in auffallender Weise mineralhaltig, fast nie ist es frei von Chlornatrium oder Kochsalz, bisweilen ist es reich an einer größeren Reihe von Salzarten. Hiermit stellt sich ein allmähliger Uebergang von gewöhnlichem Quellwasser in ausgezeichnetes Mineralwasser ein.

Manche solcher Quellen, die mittelst eines namhaften Gehalts an Kohlensäure eine entsprechende Menge von kohlensaurem Kalk, kohlensaurer Magnesia, kohlensaurem Eisenoxydul u. s. w. gelöst haben, scheiden bald nach ihrem Hervortreten den größten Teil dieses Mineralgehaltes wieder ab. Es entsteht dadurch namentlich der Kalktuff oder Travertin. Diese Transportierung von Mineralsubstanzen durch Quellwasser läßt uns bereits einen Blick in die chemischen Vorgänge und den Wechsel der Bestandteile thun, der im Schoße der Gebirge und überhaupt in größeren Tiefen vorgeht und die älteren Gesteine allmählig umgestaltete.

Die Quellen zeigen verschiedene Wärme. Während die Mehrzahl derselben der mittleren Jahrestemperatur der Gegend entsprechen, zeigen andere, namentlich die an Kohlensäure reichen Quellen, höhere Grade und gehen in einzelnen Fällen bis zum Siedepunkt des Wassers. Diese wärmeren Quellen, welche über die mittlere Jahrestemperatur sich erheben, heißen **Thermen**. (Die heißeste derselben in Deutschland ist die schwefelhaltige Therme von **Burtscheid** bei **Aachen** mit 77° C.)

Sie stammen aus größeren wärmeren Tiefen der Erdrinde. Ihr häufig sehr beträchtlicher Mineralgehalt deutet auf die Lebhaftigkeit der in eben diesen Tiefen vor sich gehenden Gesteins-Umwandlung oder Metamorphose. Die daraus aufsteigenden mineralhaltigen Quellen sind gleichsam die überflüssige Lauge, die aus einer ausgedehnten chemischen Werkstätte als Nebenerzeugnis abfällt.

Da die Zunahme der Wärme mit der Tiefe durchschnittlich auf je 33 Meter einen Grad Celsius beträgt [1]) so läßt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit schließen, daß der Herd der hochgradigen Thermen, die am Ausflusse trotz ihrer inzwischen erlittenen Abkühlung, immer noch dem Siedepunkt nahe kommen, in einer Tiefe von beiläufig 3000 bis 3300 Metern liegen mag. Solche hochgradige Thermen finden sich auch besonders häufig in vulkanischen Gegenden.

Es gibt endlich noch hin und wieder Thermen, die kaum eine Spur von Mineralgehalt wahrnehmen lassen. So die von **Gastein** und die von **Pfäffers**. Man kann von ihnen annehmen, daß sie ausnahmsweise solche Regionen der Tiefe durchziehen, die keine löslichen Bestandteile abgeben — oder daß sie durch thätige Werkstätten der Gesteinsumwandlung ihren Weg nehmen und hier ihres anfänglichen Mineralgehalts teilweise wieder beraubt werden.

Architektonik der Erde.

Der architektonische [2]) Teil der Geologie auch **Geotektonik** genannt, zeigt den Aufbau — die Konstruktion — der festen Erdrinde aus den verschiedenen Gesteinen, also namentlich die Folge der Schichten und Lager, sowie deren nachträgliche Störung, ferner die Durchbrechung derselben durch die aus der Tiefe emporsteigenden vulkanischen Gesteine und die in Felsklüften abgeschiedenen Mineralien und Erze.

Der Einblick in diesen Aufbau ist uns nur auf verhältnismäßig kleinen Gebieten eröffnet. Das Meer und die Binnenseen verdecken ⅔, wenn nicht ¾ der Erdoberfläche. Starke Kälte, Eis und Schnee verhindern die Erreichung der beiden Pole unseres Planeten. Geschlossener Pflanzenwuchs erschwert in anderen Gegenden die Erforschung des Erdbodens. Namentlich verdecken aber über große Strecken des Festlandes jüngere Absätze, besonders Dammerde, Lehm und Sand alle älteren Gesteine.

Gleichwohl bleiben immer noch zahlreiche Stellen, an welchen natürliche Entblößungen der festen Erdrinde genügenden Einblick in deren Gesteins-Zusammensetzung und Lagerung gewähren und über die Lücken ein mehr oder minder begründetes Urteil zulassen.

Dahin gehören namentlich schroff abfallende Küsten des Meeres, an denen die Brandung nagt — dann die von Hochwassern blosgelegten Steilufer der Flüsse, endlich mancherlei Wassereinrisse, Thäler und Schluchten, seltener auch Erdabrutschungen und Felsstürze.

Andere Einblicke in den Aufbau der festen Erdrinde gewähren Arbeiten von Menschenhand. So die Schächte und Stollen der Bergwerke, ferner Tiefbohrungen, Steinbrüche, endlich Straßen-, Eisenbahn- und Kanal-Anlagen u. s. w. Dies alles trägt bald hier bald da dazu bei, unsere Kenntnisse vom Bau und der Gliederung der festen Hülle unseres Planeten zu erweitern. Aber vollständig wird diese Kenntnis nie werden, namentlich gegen die Tiefe zu, wo Zunahme der Wärme, Wasserzudrang und Abnahme der Atemluft dem weiteren Eindringen des Menschen ein verhältnismäßig frühes Ziel stecken.

Der Boden des Meeres ist uns gleichfalls so gut wie ganz unzugänglich, doch haben in den letzten Jahren eine Reihe von Tiefenmessungen auch darüber einiges und zum Theil unerwartetes Licht verbreitet und gewisse neue Ausgangspunkte zur Ermittelung des Aufbaues der Erdrinde kennen gelehrt.

---

[1]) Oben Seite 11.

[2]) Vom griechischen architektonia, Baukunst.

Im allgemeinen treten die Gesteine, welche beim Aufbau der Erdrinde beteiligt sind, je nachdem sie geschichtet oder massig sind, auch in bezug auf ihre Rolle in diesem Aufbau in Gegensatz. Schon im ersten Entstehen pflegen geschichtete Gesteine tangential oder konzentrisch zum Erdball sich abzulagern, wogegen die massigen Gesteine vorwiegend in radialer Weise sich einschalten und gewöhnlich auch der ersteren Zusammenhang unterbrechen, indem sie auf Spalten, welche ältere Gebilde durchsetzen, aus der Tiefe aufsteigen.

Die Schichtung beruht auf der Ablagerung des lockeren oder losen Gesteinsmaterials nach dem Gesetze der Schwere und zugleich auch mehr oder minder auf den dazwischen fallenden Störungen der Gleichmäßigkeit eben jenes Ablagerungs-Vorganges durch einen andern Vorgang, z. B. Wind, Regen, Flußanschwellungen, vulkanische Thätigkeit u. s. w.

Durch den aus der Störung der Ablagerung hervorgegangenen Gegensatz wird dann die besondere Schichte bezeichnet, z. B. ein stehendes Gewässer setzt Schlamm ab, den ihm einmündende Bäche zuführen. Von Zeit zu Zeit aber erheben sich Winde und führen der Ablagerung des Schlammes Blätter und andere Pflanzen-Bruchstücke zu. Diese gelegentliche Zufuhr eines anders gearteten Materials bezeichnet dann besondere Schichten; Blätterführende und gewöhnliche Schichten wechseln in entsprechender Weise ab. Hiermit begründet sich dann auch die Bedeutung der Schichte als Zeitmaß.

Jede Schicht läßt sich darnach als materieller Ausdruck einer gewissen verflossenen Zeit auffassen.

Eine Reihenfolge von mehr oder minder gleichförmig abgelagerten Schichten — oder eine Anzahl von verschiedenen aber verhältnismäßig einander noch nahe stehenden Reihenfolgen — faßt man als Stufe oder Etage und dann wieder mehrere solcher Stufen als eine Formation zusammen. Die zeitliche Auffassung der Formation ist die Epoche.

Weithin kann man auch mehrere Formationen als ein System zusammenfassen. Mehrere Epochen bilden dann zusammen eine Periode. Uebrigens hat sich der Sprachgebrauch in dieser Hinsicht noch nicht genügend festgestellt.

Zum Verständnis der Sedimente und Formationen gehören noch folgende Einzelheiten von Bau und Bildungsweise.

Wahrscheinlich finden sich nirgends auf Erden sämtliche Sedimente und Formationen über einander gelagert. Soweit wir es in dem unserer Forschung offen liegenden Teile der Erdrinde wahrnehmen können, wissen wir, daß die Sedimente jeder geologischen Formation örtlich abgegrenzt sind. Einerseits war dies teilweise schon bei ihrer Ablagerung der Fall. Andererseits nahm nachträglich noch die Ausdehnung zahlreicher Sedimente durch Abtragung ihrer Ränder ab, z. B. wo eine ältere Ablagerung in die Brandung des Meeres geriet und von ihr wieder zerkleinert und in die Tiefe verschwemmt wurde.

Ferner ist hervorzuheben, daß alle geologischen Formationen, am augenfälligsten aber die jüngeren, große Verschiedenheiten in den einzelnen Absatzgebieten zeigen. Es bildeten sich in derselben Zeit immer Absätze im Meere, im süßen Wasser und auf dem Festlande. Sie fielen verschieden aus — je nach den besonderen Ablagerungs-Bedingungen, unter deren Einflusse sie sich bildeten. Gewöhnlich werden diese Bedingungen, unter denen die besonderen Gebiete einer bestimmten Ablagerung entstanden, durch organische Einschlüsse erläutert. Wo aber letztere fehlen, wird dann die Deutung mehr oder minder mißlich.

Nicht selten ist auch der Fall, daß verschiedenalterige Absätze in petrographischer und chemischer Beschaffenheit, auch wohl in der Lagerungsweise große Ähnlichkeit unter einander zeigen.

So sind die Ablagerungen von Steinsalz und Gips in den mittleren und den jüngeren Formationen einander so ähnlich, daß es oft erst durch sehr genaue Ermittelung der Lagerungsfolge gelang, einer jeden solchen Ablagerung ihre richtige Stellung in der Reihenfolge der Formationen anzuweisen.

Auch manche Lager Sandstein, Kalkstein, Steinkohle u. s. w. wiederholen sich hie und da in verschiedenen Höhen der Reihenfolge in sehr ähnlicher Weise. Das heißt, sie entstanden unter ähnlichen Bedingungen oder erlitten auch wohl ähnliche Umbildungen, sind aber darum keineswegs als gleichalterige Gebilde zu nehmen.

In solchen schwierigeren Fällen — ungleicher Beschaffenheit gleich alter Ablagerungen — und mehr oder minder großer Ähnlichkeit ungleich alter Gebilde — pflegt der ordnende Geolog sich im einfachsten Falle an die anderweit bekannte Reihenfolge der Formationen zu halten.

In vielen anderen Fällen ermittelt man das Altersverhältnis durch Vergleichung der in den Gesteinen enthaltenen organischen Reste oder Fossilien, Versteinerungen. Sie geben Aufschlüsse über die Pflanzen- und Tierbevölkerung der Erde zur Zeit der Ablagerung einer besonderen Formation und liefern oft die wichtigsten, wenn nicht die ausschließlichen Merkmale zur Unterscheidung zweifelhafter Gesteine.

Hin und wieder gewähren auch mineralische Einschlüsse — z. B. Gerölle von Granit oder von Porphyr — in solchen Fällen ähnliche Auskunft, doch gewöhnlich nur in mehr abgegrenzten Gebieten.

Die schon im Kapitel „dynamische Geologie“ berührten Klüfte und Verwerfungen spielen in der Architektur der festen Erdrinde eine sehr wesentliche Rolle. Wenn man in Betracht zieht, wie oft diese im Verlaufe der geologischen Epochen bald gehoben worden ist, bald sich wieder gesenkt hat, kann es nicht auffallen, daß gleicherweise die Gesteinslager nicht nur öfter auf und ab bewegt, sondern auch gebrochen und an den Bruchflächen verschoben worden sind. Die durch die Klüfte getrennten Gebirgsteile sind dann oft mehr oder minder weit aus ihrer gegenseitigen Lage verworfen oder verschoben.

Sowohl der Steinkohlen-Bergbau als auch der Erz-Bergbau haben zahlreiche und zum Teil beträchtliche Verwerfungsklüfte kennen gelernt. So hat in der Steinkohlen-Formation zu Eschweiler in Rheinpreußen eine Kluft eine so beträchtliche Verwerfung hervorgebracht, daß an ihrer einen Seite das ganze Steinkohlengebilde in eine für den Bergbau unerreichbare Tiefe gesenkt erscheint.

Gewöhnlich ist, wo eine Verwerfungskluft geneigt erscheint, d. h. einen Winkel mit der Horizontal-Ebene bildet, das über der Neigungsfläche gelegene Stück der Erdrinde in die Tiefe hinabgerutscht. Man kann darnach annehmen, daß dieselben vorzugsweise bei der Senkung größerer und kleinerer Abschnitte des festen Felsbodens beteiligt waren — und zum Teil jetzt noch sein mögen. Solche Einbrüche der festen Erdrinde können es namentlich auch gewesen sein, welche die jetzt vom Meere erfüllten Becken und Thäler hervorbrachten.

Während die Klüfte sonach — wie es scheint — in naher Beziehung zu den großen Einsenkungen der Erdoberfläche und des Ozeans stehen, sind die Faltungen der Gesteinslager mit der Entstehung zahlreicher Gebirge nahe verknüpft.

Faltungen entstanden unter dem Einflusse der Abkühlung und Zusammenziehung der Erdrinde an Stellen geringeren Widerstandes. Der seitliche Druck hatte eine Zusammenschiebung der hier bis dahin ausgebreiteten Gesteinslager zur Folge. Die Falten wurden dabei oft zu beträchtlichen Höhen emporgestaut.

Sättel und Mulden eines Faltungsgebietes stehen teils aufrecht neben einander, teils sind sie umgelegt, zuweilen nahezu wagrecht niedergelegt. Die Wölbung eines

Sattels ist oft im Verlaufe der Verwitterung abgetragen, so daß beide Flügel desselben getrennt erscheinen. Man nennt dann die Ergänzung der abgetragenen Wölbung einen Luftsattel.

Solche Faltungen erzeugten zahlreiche ansehnliche Gebirge. So z. B. die Alpen und den Schweizer Jura, sowie in Nordamerika das Alleghany-Gebirge.

Uebrigens finden sich in gefalteten Schichtenfolgen — je nach der Sprödigkeit der Gesteine — auch noch mehr oder minder beträchtliche Klüfte, auch wohl vereinzelte Verwerfungsklüfte entwickelt.

Tafel I.

Tafel I. Fig. A. stellt die wichtigsten Sediment-Schichten oder die geologischen Formationen in ihrer Lagerungsfolge und im ungefähren Maße ihrer Dicke — oder wie der Geologe sagt ihrer „Mächtigkeit" — dar und ergibt eine Einleitung zum Verständnis der Fig. B.

Letztere gewährt ein bereits viel zusammengesetzteres Bild und gibt eine beiläufige Anschauung von den später eingetretenen Störungen derselben Schichten. Man sieht wie die ursprünglich vorwiegend wagrecht abgelagerten Sediment-Formationen seither durch seitlichen Druck mehr oder weniger gebogen oder gefaltet wurden. Man sieht, Becken oder Mulden mit sogenannten Sätteln, d. h. emporgewölbten Schichtenteilen abwechseln.

Man erkennt aus Fig. B. ferner, wie durch Druck aus der feurigflüssigen Region der Tiefe emporgehobene Laven oder massige Gesteine im Verlauf der geologischen Epochen durch Zerreißungen der Sedimente bald hie bald da aufstiegen und sich oft auch in Form von breiteren Decken an der Erdoberfläche ausdehnten.

Dieses Bild ist ein Idealprofil, ein auf Grund vieler Beobachtungen entworfener und nach mehr oder minder begründeten hypothetischen Vorstellungen ergänzter Durchschnitt oder Vertikalschnitt von der bewohnten Erdoberfläche bis in die unzugänglichen Tiefen des Erdinnern. Man darf also auch nicht allzuviel Gewicht auf die darin angenommenen Einzelheiten legen. Ihr Ziel ist nur eine vorläufige allgemeine Erläuterung.

Gewöhnlich ist auch bei solchen Idealprofilen das Höhenmaß im Verhältnis zum Längenmaß stark übertrieben und dadurch auch der Fallwinkel der Schichten stark vergrößert. Dafür haben die im natürlichen Maße angelegten Profile gewöhnlich den Nachteil, daß ihre Länge mehr oder minder das Bücherformat überschreitet.

Tafel II.

Gebirgsdurchschnitte.

Die genauere Betrachtung des Durchschnitts einiger deutschen Gebirge mag zur Erläuterung der oben von der allgemeinen Architektur der Erdrinde gegebenen Darstellung dienen. Doch darf man dabei nicht vergessen, daß diese Durchschnitte nur Idealprofile sind und die Höhenmaße derselben stark vergrößert werden mußten.

Das Harz-Gebirge, Taf. II. Fig. A. zeigt eine zentrale Granitmasse, zu der der Brocken und der Ramberg gehören. Diesen Gebirgskern umgibt ein Mantel von gehobenen Schichten. Sie beginnen mit der sogen. Grauwacken-Formation, dem silurischen und dem devonischen System, und begreifen noch den Quadersandstein also das Kreidesystem. Alle diese Sedimente zeigen eine mehr oder minder stark geneigte Lagerung. Erst die Tertiärformation legt sich mit noch nahezu wagrecht verbliebenen Schichten an den Fuß der Höhen.

Durchbrüche von Grünstein und von Porphyr gehören am Harz mehr zu den örtlichen Erscheinungen.

Der **Thüringer Wald.** Taf. II. Fig. B., namentlich dessen nordwestlicher Teil besteht aus zahlreichen Porphyr-Bergen. Doch treten stellenweise auch Granit, Gneis und Glimmerschiefer zu Tage. Den äußeren Saum des Gebirges bildet der Zechstein. Aus der horizontalen Lagerung gebracht erscheinen auch noch die Lias-Schichten.

Der südliche Teil des thüringer Waldes besteht vorwiegend aus Grauwacken-Gebilden und wird in geologischer Hinsicht besser dem System des Fichtelgebirges und des Erzgebirges zugezählt.

Das **Erzgebirge,** Taf. II. Fig. C. gibt ein ausgezeichnetes Bild der einseitigen Hebung eines größeren Gebietes der Erdoberfläche. Die Schieferbildungen Sachsens und Böhmens sind an der heutigen politischen Grenze beider Länder durch eine Hebung auseinander gerissen.

Schon um die Dyas-Epoche war der Aufbau des Gebirges der Hauptsache nach vollendet. Während der Kreide-Epoche zog sich ein Meeresarm an der Stelle des heutigen Elbelaufs nach dem damaligen böhmischen Binnenmeere und füllte sich innerhalb dieser Zeit mit den heut zu Tage durch ihre malerischen Bergformen ausgezeichneten Ablagerungen des Quadersandsteins, welche der betreffenden Gegend die Bezeichnung „sächsisch-böhmische Schweiz" verschafften. Nach der Kreideepoche lagerten sich dann auch auf der böhmischen Seite noch aus Süßwasserseen einige tertiäre Sedimente, zum Teil mit Braunkohlen, ab. Um diese Zeit brachen ferner in Böhmen zahlreiche Basaltmassen aus dem Innern der Erde hervor.

Das **Riesengebirge,** Taf. II Fig. D. zeigt in seinem Bau manche Aehnlichkeit mit dem Harze, namentlich einen ganz ähnlichen Zentralkern von Granit, umlagert von einem von Stufe zu Stufe jüngeren Mantel geschichteter Sedimente. Diese aufgerichteten Gesteine verlaufen von Nordwest in Südost. Auch die Kreideschichten sind hier noch gestört, aber nicht so sehr aufgerichtet als die älteren Gebilde.

Ein Unterschied des Riesengebirges vom Harze liegt darin, daß um den zentralen Granit des ersteren ein dicker Mantel von krystallinischen Schiefern lagert und ihn von den darauf folgenden Schiefern der Grauwackenformation trennt.

Der **Schwarzwald,** Taf. II. Fig. E. bildet mit dem im Norden jenseits vom Neckar ihm sich anschließenden Odenwald ein und dasselbe Erhebungssystem. Beide Höhenzüge stiegen offenbar erst nach Ablagerung der Jura-Sedimente empor. Die Tertiärschichten sind eine spätere Ablagerung.

Nur der westliche Abfall des Gebirgs zeigt an seinem Fuße einigermaßen beträchtliche Ablagerungen aus der Tertiärzeit. Die Ostseite und die Westseite des Schwarzwalds und des Odenwalds zeigen überhaupt ungleichen Bau. An der dem Rheinthale zugewendeten Westseite herrscht steileres Einfallen, hier scheint der hauptsächlichste Bruch vorzuliegen. An der Ostseite dagegen wurden die älteren Schichten bis hinauf zum oberen Jura — ja weiter in Ost bis zum Quadersandstein — sanft gehoben und fallen nur unter schwachem Winkel gegen Ost ab.

1. Neptunische Gesteine.

a. Gneis. b. Glimmerschiefer. c. Chlorit- und Hornblendeschiefer. d. Thonschiefer.

Primärzeit (Altertum der Erde).

2. Grauwacke: a. Silur. Formation b. Devon.Formation c. Steinkohlenformation

3. Dias: a. Rotliegendes b. Weißliegendes (Kupferschiefer, Zechstein).

Secundärzeit (Mittelalter der Erde).

4. Trias: a. Buntsandstein b. Muschelkalk c. Keuper

5. Jura: a. Schwarzer Jura (Lias) b. Brauner Jura (Dogger) c. Weißer Jura (Malm)

6. Kreide: a. Untere Kreide (Neocomien) b. Mittlere Kreide (Gault) c. Obere Kreide (Pläner)

Tertiärzeit (Neuzeit d. Erde)

7. a. Eocän b. Miocän c. Pliocän

Quartärzeit (Jetzzeit der Erde).

8. Diluvium 9. Alluvium 8. Diluvium 9. Alluvium

20000 19000 18000 17000 16000 15000 14000 13000 12000 11000 10000 9000 8000 7000 6000 5000 4000 3000 2000 1000

A. Durchschnittliche Mächtigkeit der geschichteten Gesteine.

B. Idealer Durchschnitt eines Teiles der Erdrinde.

A. Granit
B. Jüngerer Granit, Granulit, Syenit
C. Serpentin, Diorit, Grünstein
D. Porphyr, Melaphyr, Augitfels
} Plutonische Gesteine.

E. Basalt, Trapp, Dolerit, Trachyt
F. Lava
} Vulkanische Gesteine.

Der Durchschnitt durch das **Fassa-Gebiet** im südlichen Tyrol, Taf. II. Fig. F., führt uns in eine an geologischen Rätseln reiche Gebirgslandschaft, die seit Leopold von Buchs Untersuchung ein Hauptgegenstand der Aufmerksamkeit der Geologen geblieben ist. Schwarzer Porphyr oder Melaphyr (Augitporphyr) durchbrach zwischen dem Pellegrin und dem Eisackthal in Tyrol zuerst Feldstein-Porphyr in seinem Aufsteigen und sodann die über demselben ihre Stelle einnehmenden Ablagerungen von Buntsandstein oder Werfener Sandstein, Muschelkalk und Gyps — untere und mittlere Trias. Der Dolomit der oberen Trias, hier ausgezeichnet schroffe Höhen bildend, wird durch Augitporphyr von den unter ihm liegenden Triasschichten geschieden und große Dolomitmassen erscheinen stellenweise ganz umgeben vom vulkanischen Gestein.

Leopold von Buch nahm seiner Zeit an, diese Dolomitmassen seien durch den Einfluß des feurig-flüssig aufsteigenden Augitporphyrs aus gewöhnlichem Kalkstein entstanden. Diese Hypothese ist längst wieder aufgegeben. Man nimmt jetzt an, daß die Umwandlung auf dem Einfluß kohlensäurehaltigen Wassers u. dergl. beruht.

Reihenfolge der geologischen Formationen.

Wir verfolgen nun die einzelnen Formationen und ihre wichtigeren Unterabteilungen von unten nach oben — wie sie auf Taf. I. dargestellt sind. Wir besprechen dabei vor allem ihre mineralische oder petrographische Beschaffenheit und gehen hier nur im allgemeinen und vorläufig auch auf ihre Fossilführung ein, da diese weiter unten noch genauer betrachtet werden soll.

I.
Die Gneisformation oder laurentische Formation, das laurentische Schichtensystem.

Diese älteste Abteilung der geschichteten Gebilde besteht hauptsächlich aus Gneis oder einem krystallinisch-schiefrigen Gemenge von Feldspat (Orthoklas), Quarz und Glimmer, in verschiedenen Mengen-Verhältnissen und Gefüge-Abänderungen. Das Gestein ist stets geschichtet, zuweilen ebenplattig, auch wohl schiefrig, dabei oft in die Quere zerklüftet. Oft geht es auch lagerweise in Granit über. Es entbehrt durchweg eines Einschlusses deutlicher organischer Reste. Gleichwohl betrachtet die Mehrzahl der Geologen den Gneis als eine ursprünglich neptunische Ablagerung, die nachträglich unter einer mächtigen Decke aufgelagerter Formationen starke Umwandlungen erlitten hat und krystallinisches Gefüge annahm. Es ist die tiefste unserer Beobachtung zugängliche Schichtenfolge. Unbekannt ist die Grundlage, auf der sie ruht — vielleicht ist es Granit. Untergeordnet in mehr oder minder mächtigen Lagern erscheinen im laurentischen Gneis verschiedene Gesteine, namentlich Lagergranit, Hornblendeschiefer, körniger Kalk, Dolomit, Quarzfels, Serpentin, Graphit, Magneteisenerz u. s. w. Häufig erscheint der Gneis von Granitmassen durchbrochen, die dann gewöhnlich abgelöste Schollen desselben einschließen. Oft ist er auch reich an erzführenden Gängen. Man veranschlagt die Mächtigkeit der Gneisformation zu beiläufig 7000 Meter (in Kanada 10,000, in Bayern zu etwa 30,000).

II.
Die Schiefer-Formation oder huronische Formation, huronisches Schichtensystem.

Es ist eine mächtige Schichtenfolge von Glimmerschiefer, Thonschiefer, Quarzfels, Hornblendeschiefer, körnigem Kalk, Graphit u. s. w. In der unteren Abteilung derselben herrscht der Glimmerschiefer, in der oberen der Thonschiefer. In der Schieferformation erscheinen zahlreiche Erzlagerstätten. Namentlich gehört hierher auch das Vorkommen von Gold und Diamanten in Brasilien.

Die oberen Schichten der Schieferformation gehen allmählich in die unteren der silurischen Formation über. Hier stellen sich die ältesten organischen Reste ein. Sie sind hier aber noch spärlich, meist nur undeutlich erhalten und zum Teil noch rätselhaft. Diese ältesten fossilführenden Schiefer bezeichnet man auch als Cambrische Schichten. Man veranschlagt die Mächtigkeit der Schieferformation zu mehr als 8000 Meter. Diese und den Gneis faßt man auch unter der Bezeichnung Archäische Schichtenfolge zusammen; auch als krystallinisches Schiefergebirg oder Urgebirg.

III.
Silurische Formation oder silurisches Schichtensystem.

Hiermit erreichen wir eine mächtige Schichtenfolge von unzweifelhaft neptunischen, in der Regel auch fossilführenden Gesteinen, welche minder stark umgewandelt zu sein pflegen als die der tiefer liegenden Formationen. Diese Gesteine gingen besonders aus thonigen und sandigen Absätzen hervor und erscheinen jetzt in Gestalt von Sandstein, Sandschiefer und Thonschiefer. Andere sind kalkig und stellen mehr oder minder fossilreiche Kalksteine — oder auch Dolomite — dar. Dazu kommen noch Einlagerungen untergeordneter Flötze von Alaunschiefer und Anthracit.

Die Versteinerungen des silurischen Systems gehören fast alle dem Meere an. Doch kennt man auch schon etliche Funde von Landtieren und zwar Skorpionen, sowie von Landpflanzen und zwar Kryptogamen. Die große Mehrzahl der Versteinerungen in diesen Schichten sind Reste ehemaliger Meerestiere, wie besonders von Korallen, Schaltieren und Krustentieren, ferner auch vereinzelte Zähne und Schuppen von Fischen. Man veranschlagt die gesamte Mächtigkeit des silurischen Systems zu etwa 6000 bis 8000, ja bis zu 15,000 Meter. Erzführende Gänge sind auch im silurischen Gebiete noch häufig. So gehören dahin die goldführenden Quarzgänge von Viktoria (Melbourne) in Australien.

IV.
Die devonische Formation oder das devonische System.

Es folgt auf die silurische die devonische Formation. Sie besteht im allgemeinen aus ähnlichen Gesteinen wie die vorige. Untergeordnet erscheinen hin und wieder Lager von Roteisenstein und von Anthracit. Erzführende Gänge sind auch hier noch häufig. Die Versteinerungen des devonischen Systems tragen einen im allgemeinen ähnlichen Charakter, wie die des silurischen; namentlich stammen sie der Mehrzahl nach ebenfalls aus dem Meere. Die Landflora ist im Zunehmen und enthält schon einige Nadelhölzer. Die Fische werden häufiger. Hier machen sich auch schon stärkere Gegensätze in besonderen Ablagerungsgebieten je nach den besonderen Bedingungen geltend.

So unterscheidet sich der sogenannte alte rote Sandstein (old red sandstone) in Südwales und Schottland von den devonischen Schichten anderer Gebiete sowohl nach seinen Gesteinen als auch nach seiner Fossilführung. Er besteht aus meist braunroten, etwas ockerhaltigen Konglomeraten und Sandsteinen, die von organischen Resten fast nur Fische führen. Man betrachtet ihn als eine Ablagerung aus einem seichten Küstengebiet. Man veranschlagt die Mächtigkeit der devonischen Formation stellenweise auf 6000 Meter.

V.

Die Steinkohlen-Formation oder das carbonische Schichtensystem.

In dieser Formation treten beträchtliche Gegensätze in den verschiedenen Ablagerungsgebieten ein. Gesteine und Fossil-Einschlüsse ändern ab, je nachdem die Ablagerung im Meer geschah, oder ob sie im Festlandgebiete und unter Vermittlung des Süßwassers statthatte. Die Meeresabsätze sind im allgemeinen noch sehr ähnlich denen der silurischen und der devonischen Formation, namentlich wo sie aus kalkigen Absätzen bestehen.

Die Land- und Süßwassergebilde dagegen zeigen viel Eigentümliches. Sie bestehen gewöhnlich aus mehrmals sich wiederholenden Schichtenfolgen von Sandstein, Schieferthon und Steinkohle, wobei jedes Kohlenflötz auf einem von Wurzeln filzartig durchzogenen Schieferthon oder Stigmarienthon — einem alten Sumpfboden — lagert. Dazu kommen auch zuweilen untergeordnete Schichten von Süßwasserkalk, sowie auch von Eisenerz oder Kohleneisenstein.

Die Steinkohlenlager erweisen sich dadurch als noch auf ihrem ehemaligen Dammerdeboden stehende Sumpfwaldungen, deren Holzreichtum sich an Ort und Stelle ablagerte und im Laufe der Zeit die Umwandlung von Holz in Steinkohle erlitt. Dieser Zersetzungsvorgang dauert auch heute in zahlreichen Flötzen ununterbrochen fort, wie die Entweichung von brennbarem Kohlenwasserstoffgas bezeugt. Dabei verbleibt schließlich ein kohlenstoffreicherer Rückgang, der **Anthracit**, zu dem auch einzelne jetzt schon umgewandelt sind.

Solche auf Stigmarien, Thonen oder alten Dammerdelagern ruhende Kohlenflötze wiederholen sich oft mehrmals. So folgen sich einander in Westfalen bis über 130 und zu Saarbrücken 230, von denen allerdings dann nur wenige von einigermaßen beträchtlicher Mächtigkeit sind. Die Summe der Kohlenmächtigkeit beträgt dabei in Westfalen 74 und zu Saarbrücken 127 Meter.

Was das gegenseitige Verhalten der meerischen und der Süßwasser-Ablagerungen der Steinkohlenformation betrifft, so nehmen erstere gewöhnlich die untere Abteilung ein, also in Westfalen, Belgien und England. Diese untere Abteilung besteht meist aus kalkigen Absätzen und führt den Namen **Kohlenkalk** oder **Bergkalk** (mountain limestone in England). Er ist oft reich an Einschlüssen meerischer Konchylien und Korallen und im allgemeinen den silurischen und devonischen Meereskalksteinen noch sehr ähnlich.

Die Festland- und Süßwasserbildung oder, wie sie auch genannt wird, die produktive Steinkohlenformation, nimmt in der Regel mit ihren Sandsteinen, Schieferthonen und Kohlenflötzen die obere Abteilung ein. Feinerdige Gesteine derselben enthalten gewöhnlich eine Fülle von Resten der damaligen reichen Festland-Flora. So namentlich der unmittelbar über Steinkohle gelegene Schieferthon.

In einem Teile von Nordamerika, namentlich in Kansas und Nebraska fehlt die flötzführende oder produktive Kohlenformation ganz. Hier ist nur der marine Kohlenkalk oder Bergkalk zur Ablagerung gelangt. Also dieses Gebiet war ununterbrochen Meer während der ganzen Steinkohlen-Epoche. Der Kohlenkalk geht hier auch allmählich in den darüber folgenden permischen Meereskalkstein über.

Man schätzt die gesamte Mächtigkeit der Steinkohlen-Formation auf etwa 5000 Meter. So besitzt die produktive Steinkohlenbildung in England und Schottland bis zu 4000, die darunter gelegene kalkige Meeresablagerung noch gegen 1000 Meter Dicke.

VI.

Die permische Formation oder die Dyas, das permische Schichtensystem.

Diese Formation besteht in Nord- und Mitteldeutschland aus zwei sehr von einander abweichenden Abteilungen, einer Meeres- und einer Süßwasser-Ablagerung, von denen die letztere sich den oberen Lagern der produktiven Steinkohlenbildung gewöhnlich nahe anschließt.

Diese untere Abteilung, das **Rotliegende**, besteht gewöhnlich aus Sandstein, Schieferthon und Konglomerat. Die tieferen Lagen führen hie und da noch geringmächtige Steinkohlenflötze. Auch finden sich in den feinerdigen Schichten derselben Lager oft noch zahlreiche Reste der damaligen Landflora eingeschlossen.

Das Rotliegende ist gleich wie die produktive Steinkohlenbildung aus süßem Wasser abgelagert. Die groben Konglomerate scheinen von Flüssen eingeschwemmte Schutt- oder Delta-Bildungen zu sein. Seine Mächtigkeit geht im Durchschnitt bis zu 500, sie wächst aber in der Rheinpfalz bis zu mehr als 2000 Meter.

Die obere Abteilung der permischen Formation besteht aus Meeresabsätzen, unter denen sich namentlich der **Kupferschiefer** und der **Zechstein** auszeichnen, die auch wohl dieser Schichtengruppe den Namen geben. Ihre Mächtigkeit beträgt ein paar hundert Meter.

Das unterste Lager ist das **Weißliegende** oder **Grauliegende**, es besteht aus Konglomerat und Sandstein von ein paar Meter Mächtigkeit. Der **Kupferschiefer** ist ein schwarzer bituminöser Mergelschiefer, durchschnittlich 0,6 Meter mächtig und besonders im Mansfeldischen verbreitet. Die unterste (nur etwa 0,1 Meter mächtige) Lage desselben ist gewöhnlich kupfererzhaltig und wird dann bergmännisch abgebaut.

Der Kupferschiefer ist auch stellenweise reich an Fischen, besonders eckschuppigen Ganoiden, die vielleicht durch erzhaltige Quellzuflüsse getötet wurden. Ueber dem Kupferschiefer folgt dann noch eine mächtigere Schichtenreihe von Kalk, Mergel und Dolomit. Darunter ist namentlich der sogenannte **Zechstein**, ein deutlich geschichteter grauer thonhaltiger Kalkstein mit Meeres-Konchylien. Er zeigt gewöhnlich 5—10, seltener bis zu 30 Meter Mächtigkeit.

Die oberste Region des permischen Systems besteht in mehreren Gegenden aus einer Steinsalzbildung, d. h. einer Ablagerung von Gyps, Anhydrit, Thon und Steinsalz, also dem Ergebnis der Eintrocknung eines Binnenmeeres oder einer größtenteils abgesperrten Meeresbucht. Hierher gehört namentlich die ungemein mächtige Steinsalzablagerung von Staßfurt, südlich von Magdeburg, wo das Steinsalz mit Einschluß der begleitenden Kali- und Magnesia-Salze 400 Meter Mächtigkeit erreicht. Desgleichen die von Sperenberg bei Berlin. Ein Steinsalzlager von solcher Mächtigkeit konnte sich bilden, wo ein großer Meerbusen während der Abdunstung noch in geringem Verbande mit dem Meere verblieb und der Zufluß lange Zeit den Betrag der Abdunstung ersetzte.

Anders ist das permische System in anderen Teilen der Erde zusammengesetzt. So besteht es in einem Teile von Nordamerika (Kansas, Nebraska u. a.) aus einem mächtigen Meereskalk, der nach unten sich dem Kohlenkalk innig anschließt. Er erreicht 820 Meter Mächtigkeit.

VII.

Die Triasformation oder das Triassystem.

Es hat seinen Namen von seiner Dreiteilung in Deutschland und einigen angrenzenden Bezirken, wo es den **Buntsandstein**, **Muschelkalk** und **Keuper** begreift. Aber schon in England fehlt der Muschelkalk.

In den Alpenländern erscheinen an der Stelle der deutschen Trias ganz anders geartete Ablagerungen, die meist auf ein tieferes Meer deuten. Diese letzteren Bildungen wiederholen sich denn auch in anderen Erdteilen z. B. im Himalaya, in Sibirien, Kalifornien u. s. w. und nehmen also ein viel größeres Gebiet als die dreiteilige deutsche Trias ein.

Der Buntsandstein (oder neue rote Sandstein, new red sandstone der Engländer) begreift teils fossilführende Meeresablagerungen, teils fossilfreie Strandgebilde. Er erreicht in Deutschland bis 600 Meter Mächtigkeit. Er besteht vorwiegend aus Lagern von Sandstein, der gewöhnlich eine rote Farbe zeigt, auch wohl bunt geadert oder gefleckt erscheint, sowie einem Schieferthon von ähnlicher Färbung. Untergeordnet finden sich auch kalkige, mergelige und dolomitische Lager.

Stellenweise erscheint in der obersten Region dieser Schichtenfolge eine Steinsalzbildung, bestehend aus Dolomit, Gyps und Steinsalz. So zu Schöningen im Braunschweigischen, zu Salzgitter u. a. O.

An der Stelle des deutschen Buntsandsteins erscheinen in den Alpen der Werfener Sandstein und einige Kalklager mit Meeres-Konchylien.

Der Muschelkalk findet sich in Deutschland, der Ostschweiz, in Lothringen und Polen und erreicht über 300 Meter Mächtigkeit. Er besteht hauptsächlich aus kalkigen, mergeligen und dolomitischen Meeresgebilden. Das hervorragendste Gestein ist der eigentliche Muschelkalk, meist ein dichter rauchgrauer Kalkstein, der oft reich an meerischen Versteinerungen ist, namentlich an Muscheln (Zweischalern). In der mittleren Höhe der Muschelkalkgruppe erscheint hie und da eine Gyps- und Steinsalz-Ablagerung. So in der Neckargegend, zu Stetten in Hohenzollern, bei Basel, bei Erfurt u. a. O.

Die dritte Abteilung der Trias in Deutschland ist der Keuper, ein mannigfacher Wechsel von verschiedenen Sandsteinen mit Schieferthon, Mergel und dolomitischem Mergel. Diese Schichtenfolge stammt im allgemeinen aus einem seichten, teils sandigen, teils schlammigen Meeresgebiete. Dazu kommt auch stellenweise noch eine Gyps- und Steinsalzbildung, u. a. in Lothringen und eine aus süßem Wasser stammende Kohlenbildung mit einer unreinen Kohle, der sogenannten Lettenkohle, die namentlich in Württemberg, aber auch in Thüringen vorkommt. Diese Ablagerung erreicht in Deutschland etwa 200 Meter Mächtigkeit.

In den Alpenländern ist der Keuper durch ganz andere Gesteinsbildungen vertreten und zwar durch mächtige Absätze von Meereskalksteinen. Sie erscheinen zu beiden Seiten der Alpen in bedeutenden Bergmassen und erreichen hier eine Mächtigkeit von 1000 Meter und darüber. Hierher gehört namentlich der Hallstätter Kalk und der darüben folgende Dachsteinkalk. Manche Lager erscheinen auch in Dolomit umgewandelt. Diese Gesteine sind Absätze aus offenem Meer. Namentlich sind einige Lagen des Hallstätter Kalks reich an schönen Ammoniten und einigen anderen Konchylienresten.

VIII.

Die Juraformation oder das Jurasystem.

Es folgt in Deutschland, der Schweiz, Frankreich und England auf die Trias und stellt hier eine mächtige vorwaltend kalkige Schichtenfolge dar. Kalksteine, Mergel, Thone und Sandsteine wechseln mehrfach ab und dazu kommen hier auch noch ansehnliche Riffbauten von Korallen und Seeschwämmen (Spongien). Diese Schichten sind fast alle Meeresabsätze und meistens reich an Einschlüssen von Meeres-Konchylien. Manche ergeben namentlich eine Fülle von schönen Ammoniten und Belemniten, andere führen Fische und Saurier.

Die jurasische Schichtenfolge läßt sich in drei Gruppenabteilungen gliedern:

Der untere Jura oder Lias heißt auch schwarzer Jura, weil er in vielen Gegenden dunkelfarbige, oft schwarze Gesteine führt, die zum Teil einen namhaften Gehalt an Bitumen zeigen. Die Gesteine sind Kalksteine, Schieferthon, Mergelschiefer und Sandstein. Meist sind sie reich an Versteinerungen, teils Meerespflanzen, teils Meerestieren. Ausgezeichnet ist namentlich ein Lager im untern Lias von England (Lyme Regis in Dorsetshire) mit zahlreichen Skeletten von Fischen und meerbewohnenden Reptilien der Gattungen Ichthyosaurus und Plesiosaurus.

Im mittleren Lias von Deutschland, namentlich aber von Schwaben und Franken zeichnet sich der Posidonomyenschiefer durch seine Fossilführung aus. Es ist ein dunkler, oft schwarzer bituminöser Mergelschiefer, der zum Teil in ausgezeichneten Platten bricht. Er führt zahlreiche Fischreste, sowie hin und wieder ausgezeichnete Skelette von meerbewohnenden Reptilien der Gattung Ichthyosaurus und Teleosaurus oder Mystriosaurus. Die Hauptfundstätten derselben sind Ohmden, Holzmaden u. a. O., bei Boll in Schwaben, sowie Banz in Franken. Dieses süddeutsche Saurierlager liegt also um eine Stufe höher als das englische.

Der mittlere oder braune Jura, auch Dogger genannt, besteht aus einer mannigfaltigen Abwechslung von Gesteinen, doch sind darunter Sandsteine, Thone, Mergel und Kalksteine vorwaltend.

Häufig ist eine von einem Gehalte an Eisenoxydhydrat bedingte braune oder bräunliche Farbe der Absätze. Kalksteine dieser Abteilung haben meistens den Charakter von Oolithen oder Rogensteinen, sie umschließen strahligfaserige Kalkkörner in einer mergeligen Grundmasse. Stellenweise erscheinen in diesem Gebiete auch infolge einer Zunahme des Eisenoxydgehaltes Lager von Eisen-Oolith. Er besteht aus roten oder braunen Körnern von Eisenoxyd u. dergl. in einer kalkigen oder mergeligen Grundmasse. Zu Aalen (Württemberg) hat man mehrere socher Flötze, von denen eines 2,3 Meter mächtig ist.

Der mittlere Jura steht an Reichtum seiner Fossilführung dem Lias nicht nach. Namentlich zeichnen sich einzelne Thonlager durch metallisch-glänzende, von Schwefelkies versteinerte Ammoniten aus. In einem Teile von England und Schottland erscheint auch im mittleren Jura eine mächtige Süßwasser-Ablagerung entwickelt, welche Kohlenflötze einschließt. Merkwürdig ist auch noch im mittleren Jura von England der Kalkschiefer von Stonesfield als Fundstätte mehrerer Unterkiefer von landbewohnenden Säugetieren aus der Klasse der Beuteltiere.

Der obere oder weiße Jura besteht in der Schweiz, in Schwaben und Franken vorzugsweise aus weißen Kalksteinen und hellgefärbten Kalkmergeln, die gern steile abgerissene Berge bilden. Die Kalksteine sind oft sehr arm an deutlichen Fossil-Einschlüssen, dafür sind einzelne andere Lager reich an wohlerhaltenen Ammoniten oder an Sternkorallen, oder an Spongien. Das alles sind meerische Absätze und meerische Fossilien. Das gilt auch noch von einem der obersten Glieder des fränkischen Juras, dem Solnhofener lithographischen Stein, einem meist in ebenen Platten brechenden überaus gleichmäßig-feinkörnigen Kalkstein, der zahlreiche Meeresfossilien, namentlich auch Krebse, Fische und Reptilien einschließt. Aus diesem stammen auch die ältesten bis jetzt gefundenen Skelette von Vögeln der Gattung Archaeopteryx. Stellenweise stellt der Jurakalk auch einen Oolith dar, wie zu Schnaitheim in Württemberg. Endlich ist noch zu bemerken, daß ansehnliche Massen desselben auch in Dolomit umgewandelt erscheinen. Dies ist in einem Teile des fränkischen Juras der Fall. Die Mächtigkeit des Lias in Deutschland und der Schweiz veranschlagt man zu 100 Meter, die des mittleren Jura zu 400 und die des oberen Jura zu 300, die des gesamten Jurasystems also beiläufig zu 800 Meter.

Die oberste Region der Juraformation und die unterste der darauf folgenden Kreide-Formation stellen im südöstlichen England und in Norddeutschland eine mächtige Süßwasser-Ablagerung dar, die man während einer Reihe von Jahren unter dem Namen Wealden-Formation

oder Wälder-Formation (Wälderthon-Bildung) zwischen beiden einschaltete. Die neueren Geologen teilen aber diese Süßwasser-Ablagerung in zwei Teile und zählen den unteren zum Jura, den oberen zur Kreide.

Hiernach nehmen wir die in England entwickelten, aus wechselnden Kalk- und Mergellagern bestehenden Purbeck-Schichten noch zum oberen Jura. Diese Schichtenfolge ist ausgezeichnet durch das Auftreten eines einzelnen Lagers, welches wieder mehrere Unterkiefer von kleinen Säugetieren — abermals Beuteltieren — geliefert hat. Im nördlichen Deutschland erscheinen in derselben Schichtenhöhe vorwaltend Absätze aus einem brackischen (oder schwachsalzigen) Gewässer. Es sind teils Kalksteine, teils Mergel, die am Deister bis 500 Meter Mächtigkeit erlangen.

IX.

Die Kreideformation oder das Kreidesystem.

Ihre Gesteine bestehen vorwaltend aus Mergeln, sowie aus teils dichten, teils lockeren und erdigen Kalksteinen. Manche Lager sind durch Einmengung von Glaukonit oder Grünerde grün gefärbt. Reine weiße Kreide oder Schreibkreide, gewöhnlich von Feuersteinknollen begleitet findet sich nur in der oberen Abteilung der Kreideformation und auch hier nur über ein bestimmtes Gebiet — namentlich England, Frankreich und Norddeutschland — verbreitet.

Mächtige Lager von Sandstein erscheinen in Norddeutschland, besonders in Sachsen und Böhmen in der mittleren und oberen Region des Kreidesystems entwickelt. Dies ist der Quadersandstein. Er ist gewöhnlich deutlich geschichtet und dabei häufig auch von senkrecht zur Schichtung verlaufenden Klüften durchsetzt, wodurch eine Quadern- und Säulenbildung begünstigt erscheint. Er ist oft zugleich auch glaukonitisch. Zwischen unterem und oberem Quadersandstein schaltet sich in Sachsen und Böhmen der Pläner ein. Es ist eine Ablagerung von grauem, oft auch glaukonitischem Mergel und Kalkstein. Weiße Kreide, Schreibkreide bildet häufig die obere Region des Systems, unter anderem von England bis Rügen. Sie ist ein lockerer feinerdiger Kalkstein, voll von Einschlüssen mikroskopischer organischer Reste.

Diese Ablagerungen der Kreideformation in Europa sind vorwiegend Erzeugnisse des Meeres und häufig auch reich an meerischen Fossilien, unter denen hier die letzten Ammoniten und Belemniten auftreten. Die weiße Kreide ergibt sich unter dem Mikroskop vorwiegend aus sehr kleinen Meeresfossilien zusammengesetzt, namentlich Kalkschalen von Rhizopoden oder Wurzelfüßern und aus den noch rätselhaften Kokkolithen. Größere Versteinerungen sind in der weißen Kreide gewöhnlich durch Feuerstein erhalten, z. B. Echinidien oder Seeigel.

Süßwasser-Ablagerungen erscheinen im Kreidesystem spärlicher eingeschaltet. Am ansehnlichsten ist die der untersten Region angehörende, mit einem Kohlenlager verbundene Wälderthonbildung, eine Schichtengruppe, die wir schon bei der Juraformation andeuteten. Diese scheint einer Flußmündung anzugehören. Das nennen die Engländer estuary deposits.

Die Kreideformation von Europa läßt sich überhaupt in drei Schichtengruppen oder Stufen einteilen.

Die untere Kreideformation heißt auch Neocom-Stufe (Etage néocomien). Sie begreift verschiedene Kalksteine, Mergel und Sandstein. In einem Teile von England gehört dahin der sogenannte untere Grünsand (Lower Greensand), ein Lager von glaukonitischem Sand.

In einem andern Teile von England und in Norddeutschland erscheint statt dessen die kohlenführende Süßwasser-Ablagerung des Wälderthons oder Weald Clay, ein bläulichgrauer oder schwarzgrauer Thon oder Mergel mit Süßwasserkonchylien, besonders Cyrenen und Paludinen, sowie auch Melanien. In Norddeutschland führt dieser Thon mehrere Kohlenflöze über einander; einzelne werden 1—3 Meter mächtig.

Darüber folgt in England, Frankreich und Deutschland die Gault-Stufe, eine Schichtenfolge von verschiedenen Thon- und Mergellagern, deren oberstes in Norddeutschland der sogenannte Flammenmergel ist.

Darüber liegt die Cenoman-Stufe mit dem oberen Grünsand (Upper Greensand) in England und dem unteren Quadersandstein in Sachsen und Böhmen.

Darüber die Turon-Stufe mit dem Pläner in Sachsen und den Gosau-Bildungen in den österreichischen Alpen.

Darüber die obere Kreide oder Sennon-Stufe mit der weißen Kreide oder Schreibkreide in England, Frankreich und auch Rügen. Hierher gehört auch noch der obere Quadersandstein in Sachsen und der Korallenkalk von Faxon auf Seeland.

X.

Die Tertiärformation oder das Tertiärsystem.

Die mannigfach gegliederte und wechselvolle Schichtenfolge der tertiären Bildungen steht in mehreren Hinsichten in starkem Gegensatz zu den ihnen unmittelbar vorausgegangenen und oft von ihnen überlagerten Absätzen der Kreide-Epoche. Dieser Gegensatz erstreckt sich auf Gesteine und Fossilien. Er beruht, wie man anzunehmen Grund hat, zunächst auf großen Unterschieden in der Gestalt von Meer und Festland, die zur Zeit des Wechsels der beiden großen Formationen eintraten und jetzt nur noch annähernd zu ermitteln sind.

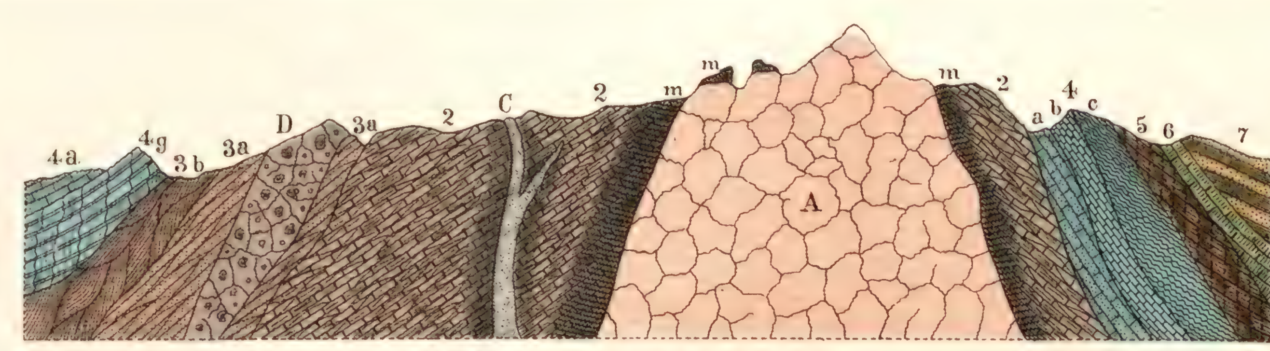
Namentlich erkennt man, daß von da an die Ablagerungen häufiger aus Binnenseen und Sümpfen und überhaupt vom Festlandgebiet stammen. Fossileinschlüsse von Süßwasser- und Festlandbewohnern werden hier immer häufiger. Dafür werden Ablagerungen aus offenem und tiefem Meere zusehends seltener. Man kennt hier die Bevölkerung der größeren Meerestiefen auch fast gar nicht. Damit stellt mehr und mehr der Umriß der großen Festlandgebiete sich so heraus, wie er noch jetzt sich findet.

Die Verbreitung der organischen Einschlüsse in den verschiedenen tertiären Absätzen ergibt nun auch klimatische Verschiedenheiten. Namentlich weiß man aus den Pflanzenresten der mitteltertiären Ablagerungen in der Nordpolarregion, daß dort damals ein mildes Klima, wie das heutige der mittleren Breiten herrschte.

Es ist also anzunehmen, daß die Ausbildung der klimatischen Zonen gemäß der zunehmenden polaren Abkühlung des Erdballs hauptsächlich im Verlaufe der tertiären Periode statt hatte — wiewohl sie auch in der Kreidezeit schon einigermaßen nachweisbar ist. Zugleich mit der allmählichen Ausbildung der heutigen großen Festländer und der heutigen klimatischen Zonen zeigt sich auch im Verlaufe der tertiären Zeiten eine allmähliche Zunahme der heute noch lebend vertretenen Gattungen und Arten der Pflanzen und Tiere, bis zuletzt die obersten Schichten der Tertiärformation mit Pflanzen- und Tierresten schließen, die mit Arten der heutigen Flora und Fauna entweder schon ganz gleich sind oder ihnen doch sehr nahe stehen, auch wohl deren nächste Vorfahren darstellen.

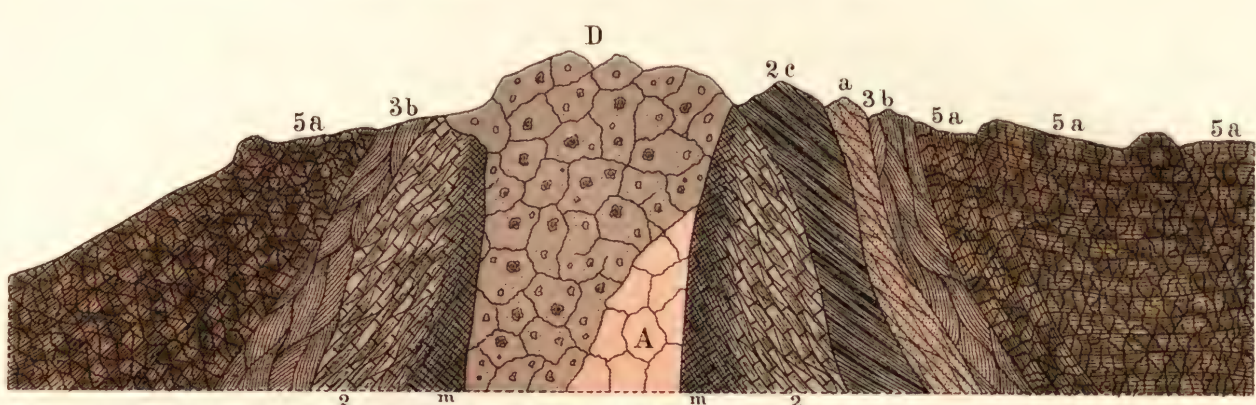
Mit dieser Umgestaltung der Lebewelt im Verlaufe der tertiären Zeiten sterben dann auch mehr und mehr die älteren Gattungen und Arten hinweg, ohne daß man für jeden einzelnen Fall den besonderen Grund noch zu ermitteln vermöchte.

Die Gesteine des Tertiärsystems sind sehr mannigfaltig und es läßt sich im allgemeinen von ihnen nur sagen, daß sie meistens noch nicht so stark umgewandelt



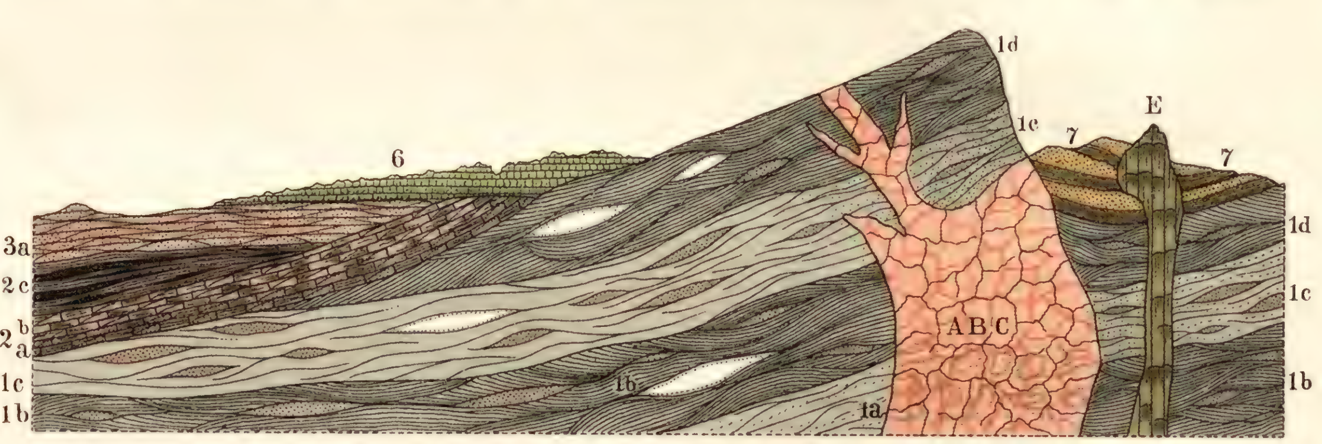
A. Querschnitt des Harzgebirges.

2. Grauwacke (Silurformation), nach dem Granitkegel zu metamorphosiert (m). 3a. Rottodliegendes. 3b. Zechstein. 4g. Gyps. 4a. Buntsandstein. 4b. Muschelkalk. 4c. Keuper. 5. Jura. 6. Quadersandstein (Kreideformation). 7. Tertiärformation. A. Granit. C. Grünstein. D. Porphyr.



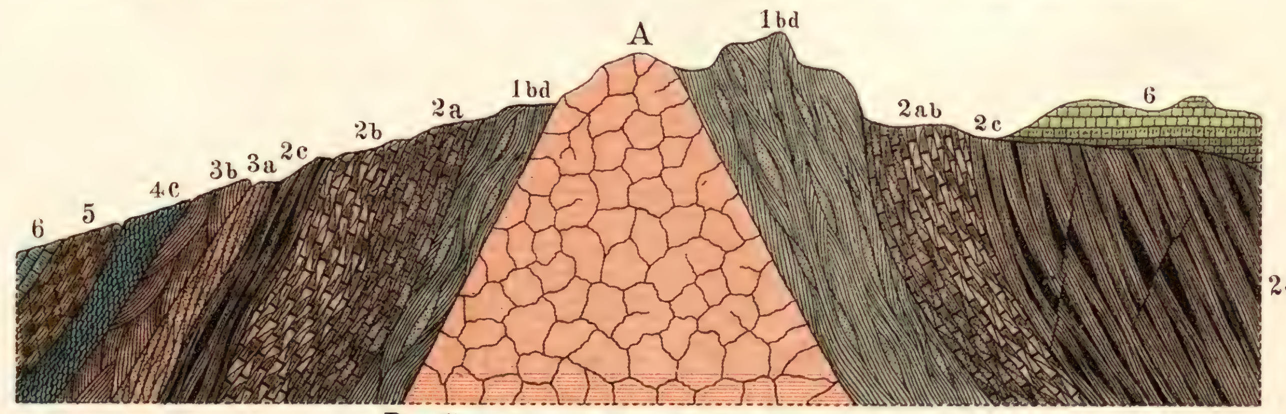
B. Querschnitt des Thüringer Waldes.

2c. Steinkohlenformation. 3a. Rottodliegendes. 3b. Zechstein. 5a. Lias (Juraformation). A. Granit. D. Porphyr.



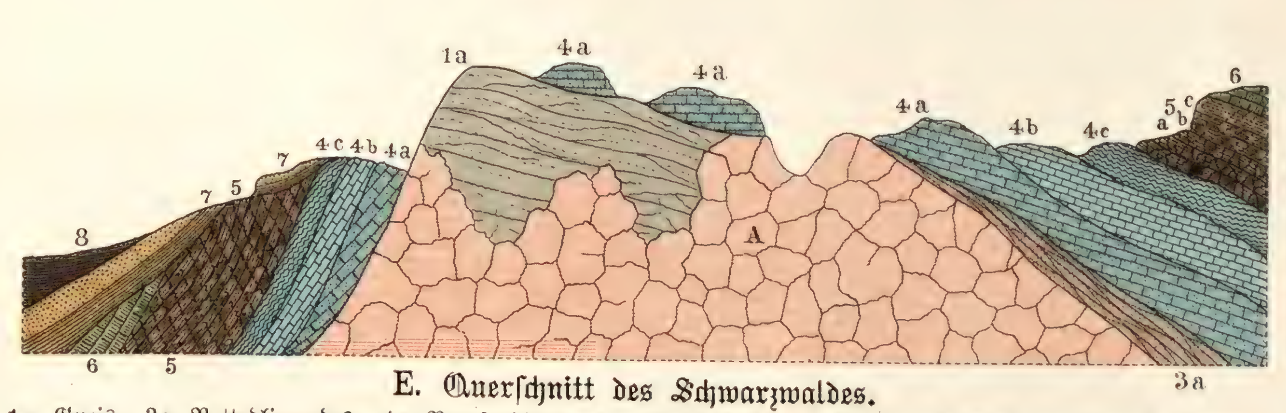
C. Querschnitt des Erzgebirges.

1. Krystallinische Schiefer. 2ab. Grauwacke. 2c. Steinkohle. 3a. Rottodliegendes. 6. Quadersandstein (Kreideformation). 7. Tertiärformation. ABC. Granite und Porphyr. E. Basalt (des böhmischen Mittelgebirges).



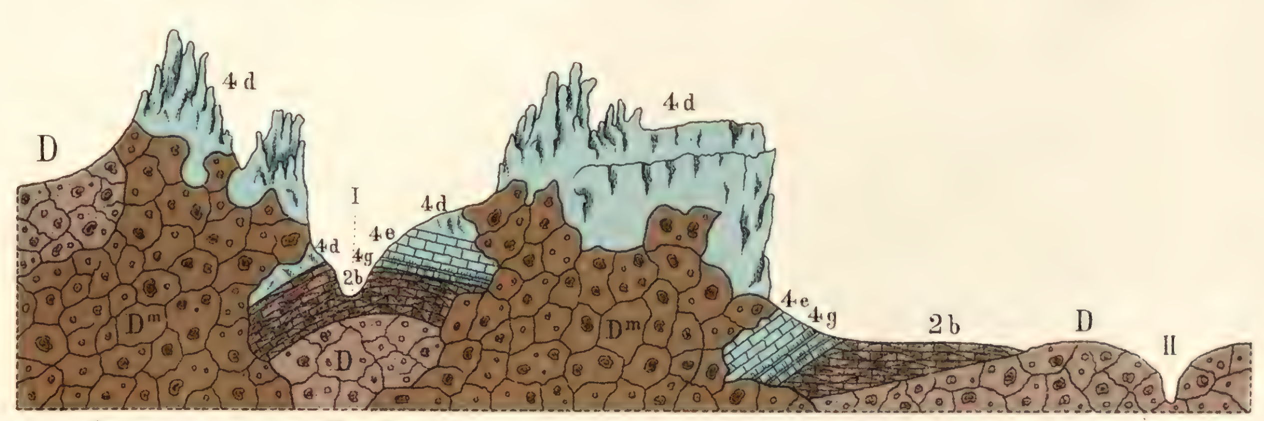
D. Querschnitt des Riesengebirges.

1bd. Krystallinische Schiefer. 2ab. Grauwacke. 2c. Steinkohlenformation. 3a. Rottodliegendes. 3b. Zechstein. 4. Triasformation. 5. Juraformation. 6. Quadersandstein (Kreideformation). A. Granit.



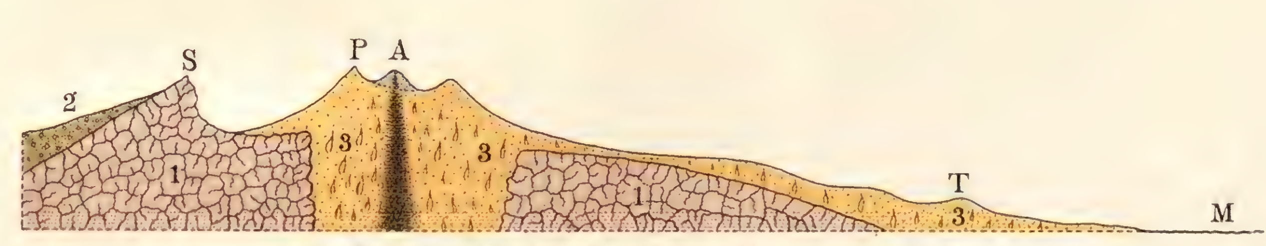
E. Querschnitt des Schwarzwaldes.

1a. Gneis. 3a. Rottodliegendes. 4a. Buntsandstein. 4b. Muschelkalk. 4c. Keuper. 5. Jura (a. Lias. b. Dogger c. Malm). 6. Kreideformation. 7. Tertiärformation. 8. Diluvium (Löß). A. Granit.



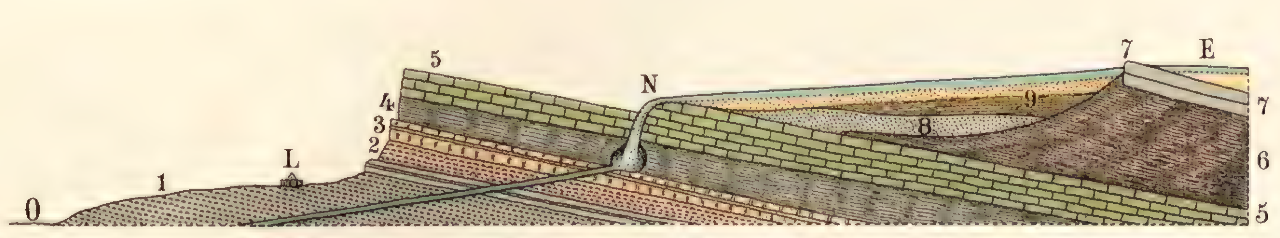
F. Querschnitt des Fassathales in Südtyrol.

2b. Alter roter Sandstein (Grauwackenformation). 4d. Dolomit, rhät. Formation (Keuper). 4e. Geschichteter Kalkstein, rhätische Formation (Keuper). 4g. Gyps. D. Schwarzer (Melaphyr) und roter Porphyr. I. Fassathal. II. Eisackthal.



G. Durchschnitt des Vesuv von Nord nach Süd.

1. Leucitporphyr der Somma. 2. Bimssteintuff. 3. Neuere Lava. A. Aschenkegel des Vesuv. S. Die Somma. P. Punta del Palo. T. Torre del Annunciata. M. Meeresspiegel.



H. Durchschnitt des obersilurischen Systems zwischen dem Erie- und Ontariosee mit dem Niagara-Fall.

1. Medina-Sandstein. 2. Oneida-Sandstein. 3. Clintongruppe. 4. Niagaraschiefer. 5. Niagarakalk. 6. Onondaga-Sandstein. 7. Pentamerenkalk. 8. Süßwasserschichten. O. Spiegel des Ontariosees. L. Lewiston. N. Niagarafall. E. Spiegel des Eriesees.

sind, als die der älteren und mittleren Formationen zu sein pflegen. Sie sind in der Regel weicher und lockerer als die letzteren, häufig auch noch ganz lose. So trifft man im tertiären Gebiete vorwaltend Lager von losen Geröllеabsätzen oder von losem Sand, dann von weichem bildsamem Thon und von lockerem erdigem Kalk. Doch fehlt es auch nicht in manchen Tertiär-Ablagerungen und namentlich in den älteren derselben an Gesteinen von größerer Festigkeit und weiter vorgerückter Umwandlung. Sie erscheinen dann in Gestalt von Sandstein und Konglomerat, von Schieferthon und von festem dichtem Kalkstein.

Oertlich und untergeordnet erscheinen in diesem Gebiete auch noch Lager von Braunkohlen, sowie von Gyps und Steinsalz, ferner von Eisenerzen und Manganerzen. Die Braunkohlen erscheinen in den älteren Tertiärschichten gewöhnlich stärker umgewandelt und haben dadurch auch mehr oder minder das Aussehen von Steinkohlen angenommen. Minder stark umgewandelt pflegen die Braunkohlen der oberen Tertiärschichten zu sein. Sie umschließen auch oft ansehnliche Baumstämme, die noch das ursprüngliche Holzgewebe zeigen. Man nennt solche fossile Stämme auch **bituminöses Holz**. Die Tertiärformation überhaupt wird nach der Häufigkeit ihrer Braunkohlenlager oft auch **Braunkohlenformation** genannt.

Gyps und Steinsalz nebst Salzthon erscheinen als mehr oder minder mächtige Lager örtlich und untergeordnet im tertiären Gebiet, unter anderm zu Wieliczka in Galizien. Sie gelten als Rückstand der Verdunstung abgegrenzter, vom Ozean unabhängig gewordener Meeresteile. Andere Gypslager erweisen sich als Süßwasserabsätze und gelten als entstanden unter dem Einflusse schwefelsäurehaltiger Bäche, die von vulkanischen Ausbruchsstätten abflossen und Kalkabsätze in Gyps umwandelten. Dahin gehören das Gypslager des Montmartre bei Paris und das der Auvergne.

Ein eigentümliches Gestein der unteren Abteilung des Tertiärsystems ist der **Nummulitenkalk** und **Nummulitensandstein**, der namentlich zu beiden Seiten der Alpen erscheint. Es ist ein Meeresabsatz mit zahlreichen oft dicht gedrängten, flach scheibenförmigen oder linsenförmigen **Nummuliten** von 3—20 und 30 Millimeter Durchmesser. Dieses Gestein bildet stellenweise sehr mächtige Lager.

Ein anderes merkwürdiges Gestein der tertiären Schichtenfolge und zwar in deren Mittelregion ist der **Nulliporenkalk** oder **Leithakalk** des Wiener Beckens und Ungarns, ein hauptsächlich von kalkabsondernden Meeresalgen oder Nulliporen abgesetztes oft große Mächtigkeit erlangendes Kalksteingebilde.

Große Gebiete in Niederösterreich, Ungarn und Südrußland sind bedeckt von obertertiären Brackwasserabsätzen, kenntlich an ihren Konchylien, die den heutigen Bewohnern von Flußmündungen oder Aestuarien und Seestrand-Lagunen zunächst verwandt sind. Diese Brackwasserabsätze ziehen sich bis zum Caspi-Meer und zum Aral-See. Beide Binnenseen ergeben sich als Reste jenes Brackwassergebietes, welches einst auch einen großen Teil von Osteuropa überdeckte.

Die Einteilung der tertiären Schichtenfolge in engere Formationen oder Stufen ist mit mehr Schwierigkeiten verknüpft als bei den älteren Bildungen. Einesteils liegen die tertiären Ablagerungen oft entfernt von einander und ist ihr beziehungsweises Alter daher nicht mehr unmittelbar zu entnehmen.

Anderenteils ist die Gesteinsbeschaffenheit in verschiedenen Becken oft sehr verschieden oder es erfolgte die Ablagerung in einem Gebiete aus Meerwasser, in einem andern aus Brackwasser, endlich in einem dritten aus Süßwasser oder aus Sümpfen.

Dazu kommt, daß sich im Verlaufe der Tertiärzeit die Ausbildung der klimatischen Zonen mehr und mehr geltend macht und daher von der auch unter verschiedenen Breiten klimatisch verschiedene Reste von Pflanzen und Tieren zur fossilen Erhaltung gelangten. Dies alles trägt dazu bei, die Ermittelung der gegenseitigen Altersverhältnisse mehr als bei den Ablagerungen älterer Formationen zu erschweren.

Die meisten Geologen unterscheiden — mit Ch. Lyell — drei tertiäre Stufen, das **Eocän**, das **Miocän** und das **Pliocän**.

Die **unteren Tertiärschichten** oder das **Eocän** enthalten erst sehr wenige Prozente heute noch lebender Meereskonchylien. Dahin gehören namentlich die unteren und die mittleren Schichten des Pariser Beckens und der Gegend von London, sowie die Nummulitenbildung der Alpenländer, die sich von den Pyrenäen an über Aegypten bis weit nach Ostasien — also fast über die Hälfte des Erdumkreises — verfolgen lassen.

Manche Geologen schalten hier das **Oligocän** ein, welches andere teils dem Eocän, teils dem Miocän zuteilten. Es begreift unter anderm den durch seine zahlreichen Säugetierreste ausgezeichneten Gyps des Montmartre bei Paris und die ausgedehnte Braunkohlenablagerung von Norddeutschland, sowie auch das den Bernstein führende Lager des Samlandes bei Königsberg.

Die **mittlere Tertiärstufe** oder das **Miocän** begreift namentlich eine an der Nordseite der Alpen abgelagerte Zone von meerischen, brackischen und Süßwasserabsätzen. Hierher gehören vorzüglich die unteren und mittleren Schichten des Wiener Beckens und Ungarns mit dem Leithakalk oder Nulliporenkalk und mit der Steinsalzbildung von Galizien (Wieliczka), Ungarn und Siebenbürgen.

Die **obere Tertiärstufe** oder das **Pliocän** zeigt schon eine größere Annäherung an den Stand der Dinge des heutigen Tages. Namentlich stellen sich unter den Meereskonchylien bereits zahlreiche Arten ein, die heute noch lebend im Meere gefunden werden. Auch aus andern Klassen des Pflanzenreiches und des Tiereiches kommen hier schon einzelne Arten fossil vor, die heute noch fortleben. Die Wärmeverhältnisse und der Verlauf der klimatischen Zonen waren gegen Ende der Pliocänzeit, soviel wir wissen, bereits nahezu dieselben, wie sie heute noch über die Erdoberfläche verbreitet sind. Zur Pliocänstufe gehören unter anderem von Meeresabsätzen die Subappenninenbildungen von Italien, von Brackwasserabsätzen die oberen Lager des Wiener Beckens, Ungarns und Südrußlands, endlich von Süßwasserabsätzen die obere Braunkohle der Wetterau (Hessen).

XI.

Die Quartärformation oder das quartäre System.

begreift erstens eine untere Abteilung, das **Pleistocän** oder **Diluvium**, und eine obere, das **Alluvium** oder die **recenten Gebilde**. Feste Grenzen treten hier aber nicht auf, eines verläuft in das andere.

Die obersten Schichten der Tertiärformation — also das oberste Pliocän — führen unmerklich zu den untersten der quartären Formation, ohne daß eine maßgebende Grenze in die Augen fällt.

Um diese Zeit hatten die großen Festlandgebiete beiläufig schon die Umrisse, welche sie dermalen zeigen. Die Wärmeverhältnisse und die klimatischen Zonen des Erdballs waren ebenfalls schon nahezu so ausgebildet, wie sie heutzutage erscheinen.

In Einklang damit finden sich in den fossilführenden Schichten dieses Zeitalters Reste von Pflanzen und Tieren sowohl im Meer als auf dem Festland vorherrschend in Arten, die heute noch fortleben, sei es in dem Gebiete des Fundortes selbst, sei es in einer etwas entlegeneren Gegend. So nähert sich hier überhaupt alles dem heutigen Stande der Dinge ohne allgemein hervortretende Grenze.

Am geeignetsten erscheint es, die Grenze zwischen tertiärer und quartärer Formation auf die sogenannte Waldschicht oder das Forest bed von England und Frankreich zu legen. Dies sind die sogenannten untermeerischen Waldungen, Submarine Forests der Engländer. Es erscheint hier an der Meeresküste und aufgelagert auf pliocänen Meeresabsätzen ein Festlandabsatz — ein Lager von Wald- und Sumpfboden mit an Ort und Stelle ihres früheren Wachstums noch befindlichen Baumstümpfen. Dieses Lager senkt sich unter den Meeresspiegel ein und ist oft nur während der Ebbezeit zugänglich. Die darin vorkommenden Pflanzenreste gehören alle der heutigen Flora von Mitteleuropa an. Zugleich erscheint auch noch im Forest bed ein Schwarm von neuen Säugetierarten, die hier zum erstenmale auftauchen und heute in Europa noch fortleben. Darunter sind der Edelhirsch, das Reh, das Wildschwein, das Pferd, der Biber, der Wolf, der Fuchs u. a. Es sind allem Anschein nach Einwanderer aus dem Osten — wahrscheinlich aus Südrußland, Südsibirien, Amur-Land. Nach diesem reichlichen Auftreten von Arten der heutigen Flora und Fauna im Forest bed zieht man am besten hier die Grenzlinie zwischen Tertiär und Quartär. Aber wenn diese solchergestalt auch beiderseits des Kanals la Manche festgestellt ist, so läßt sie sich nicht zu Ablagerungen entfernterer Gegenden verfolgen, sie ist nur örtlich ausgesprochen.

Bald nach Ablagerungen des Forest bed's erscheinen über ganz Mitteleuropa die Anzeichen einer beträchtlichen aber gleichwohl örtlichen und vorübergehenden Verschiebung der klimatichsen Zonen. Die Kälte der Nordpolarregion drang bis zu den Alpen, den Karpathen und den Pyrenäen vor. Die Hochgebirge überzogen sich mit einem überaus mächtigen Gletschermantel und dessen vorgeschobene Zungen drangen weit in die vorliegenden Thäler und Ebenen ein. Sie brachten große Mengen von Schutt und Blöcken mit sich und lagerten diese teils zur Seite, teils vor ihrer Stirne ab. So verbreiteten die damaligen Gletscher der Alpen ihren Gletscherschutt bis über den Bodensee hinaus, andererseits bis zur piemontesischen und lombardischen Niederung Am Rande des Schweizer Jura staute sich dieser Schuttabsatz mächtig bergan.

Aus Skandinavien gelangten Schutt und Blöcke — auf derzeit streitige Weise — bis an den Harz, nach Holland und Calais — sei es durch vorgeschobene Gletscher, sei es durch ein eistreibendes Meer.

Das europäische Klima wurde damals tief herabgedrückt. Nordische und sibirische Pflanzen und Tiere wanderten in Mitteleuropa ein, an ihrer Spitze der behaarte sibirische Elephant oder Mammut, Elephas primigenius. Das Rentier von Lappland weidete damals am Fuße der Pyrenäen und bei Montpellier.

Das war die Eiszeit oder Glacial-Epoche von Nord- und Mitteleuropa. Ihre Ursachen sind noch mehr oder minder streitig. Der Hauptanlaß scheint ein Anströmen der kalten Gewässer des nördlichen Eismeeres der europäischen Westküste entlang gewesen zu sein.

Die Eiszeit nahm in der Folge ein Ende — wahrscheinlich als die glaciale Meeresströmung sich an die Ostküste von Nordamerika wandte — und die wärmere atlantische Strömung die europäische Westküste zu bespülen begann. In Mitteleuropa trat damals eine Milderung des Klimas ein und mit ihr erfolgte eine neue Wanderung der Flora und der Fauna. Die kälteliebenden Arktiker wichen teils nach dem Norden zurück, teils zogen sie auf die Hochgebirge. Statt ihrer erschienen in Mitteleuropa Pflanzen und Tiere des gemäßigten Klimas, wie sie meist heute hier noch leben.

Mit dieser rückläufigen Wanderung hielt wahrscheinlich auch der Mensch seinen Einzug in Europa. Es waren Jagdvölkchen, deren Hauptnahrung das Fleisch des Rentiers und des Pferdes war. Wahrscheinlich waren es Verwandte eines Teils der heutigen Bewohner von Nordasien und vielleicht auch von Nordamerika. Ihre Lebensweise war sehr ähnlich der, welche diese letzteren zum Teil heute noch einhalten. Früher grenzte man nach dem Erscheinen des Menschen Diluvium und Alluvium ab. Jetzt nach besserer Kenntnis nimmt man die Einwanderung des Menschen in Europa als ein weit späteres Ereignis als die Entstehung desselben, welche einem anderen Erdteil und der mittleren oder der jüngeren Tertiärzeit angehören kann.

Das Diluvium verfließt in der That ohne wahrnehmbare Grenze nach oben in das Alluvium, welches namentlich die im Verlaufe der schriftlichen Überlieferung entstandenen Bodenabsätze begreift. Es gibt viele Lager, z. B. von Lehm, Torf u. dergl., die in ihrem unteren Teile diluvial (glacial) sind, während ihr oberer Teil heutzutage noch in Fortbildung begriffen ist.

Die Gesteine des quartären Systemes nehmen nach ihrer Beschaffenheit eine mittlere Stellung zwischen den Tertiärgebilden und den Neubildungen des heutigen Tages ein. Sie sind meist lose oder locker und von der chemischen Umbildung erst wenig oder noch nicht merklich berührt.

Das wichtigste dieser Gesteine ist der Lehm mit dem Löß oder mergeligen Lehm. Lehm ist ein Thon, gemengt mit einem mehr oder minder starken Betrag von Quarzsand u. dgl., sowie auch mit etwas Eisenocker oder Eisenoxydhydrat. Er findet sich sowohl in Flußthälern als auf sanften Abhängen und auf Hochebenen. In Flußthälern und an Bachabhängen erscheint er auch oft auf zweiter Lagerstätte, d. h. als weggeführtes und dann abermals abgesetztes Material. Löß ist ein kalkhaltiger Lehm mit vielen Schalen von Landschnecken und mit vielgestaltigen Kalkkonkretionen (Lößpuppen). Er bildet an Abhängen oft steile Abstürze, indem sich senkrechte Blätter von ihm ablösen. (Daher auch der Name Löß.)

Die Schneckenschalen im Löß deuten vorzugsweise auf ein feuchtes kühles Klima, wie z. B. das der Gegend von St. Petersburg (mittlere Jahreswärme 4° C.), ferner auf eine geschlossene Grasvegetation des Bodens. Fällt atmosphärischer, der Verwitterung entblößter Felsmassen entstammender Staub auf einen von Gräsern bedeckten Boden, so wird er hier zurückgehalten — um so mehr, je stärker verfilzt der Pflanzenwuchs ist. Dann erhöht sich der Boden und ein Lehm- oder Lößlager wächst hervor. Ist der Boden zugleich feucht, so halten sich darauf mehr oder minder viele Landschnecken auf und ihre Gehäuse werden in das sich anhäufende Lager eingeschlossen, wobei ein Teil verwittert und dem Lehm Kalkgehalt verleiht.

Die älteren schneckenführenden Lager führen an vielen Stellen Knochen von Säugetieren, darunter von mehreren bereits wieder erloschenen Arten, wie dem Mammut, dem sibirischen Nashorn und der Höhlenhyäne. Diese älteren Lößlagen scheinen dem Zeitalter des Abschmelzens der großen Hochgebirgs-Vergletscherung anzugehören.

Nach Richthofen erreicht der Löß in China die ansehnliche Mächtigkeit von beinahe 700 Meter. In den Rheingegenden wird er gewöhnlich nur 10—12 Meter mächtig.

Paläontologie.

Einleitung in die Paläontologie.

Als Fossilien — *Petrefakten*, *Versteinerungen*, — bezeichnet man alle Ueberreste von organischen Körpern, sei es pflanzlicher oder sei es tierischer Abkunft, die sich in geologischen Sedimenten unter Umständen finden, welche erweisen, daß sie zur Zeit von deren Ablagerung lebten.

Die große Mehrzahl der Arten dieser Fossilien ist ausgestorben. Namentlich ist dies bei allen Funden aus den älteren geologischen Formationen der Fall. Noch in der Kreideformation ist es fast durchgehends so. In der tertiären Periode nimmt die Zahl der ausgestorbenen Arten ab. Doch sind manche Tierarten, namentlich größere jagdbare Säugetiere und Vögel erst in geschichtlicher Zeit ausgestorben; sie sind meist von der Hand des Menschen ausgerottet worden.

Fossilien von heute noch lebenden Arten zeigen sich spärlich in der Kreideformation. Meereskonchylien heute noch fortlebender Arten werden von der mittlerer Tertiärstufe an häufig. Später tauchen auch Reste heutiger Säugetierarten auf — zuerst zahlreich im Forest bed von England oder der sogen. Waldschicht am Grunde der Quartärformation.

Die *Paläontologie* oder Lehre von den alten Lebewesen begreift also unsere Kenntnisse von jenen Pflanzen und Tieren, welche im Verlaufe der Ausbildung der Erde die jeweilige Erdoberfläche und das Meer bewohnten und deren Reste in den damals gebildeten neuen Bodenschichten sich mehr oder minder vollständig auf unsere Tage erhielten.

Der Erhaltungszustand der solcher Gestalt in den geologischen Sedimenten begrabenen und diesen wieder entnommenen Ueberresten von Pflanzen und Tieren der Urwelt ist sehr verschiedener Art.

Meist erscheinen diese Fossilien in Stein oder in Erz umgewandelt. Dies sind die eigentlichen *Versteinerungen* oder *Petrefakten*.

Pflanzenreste sind gewöhnlich in Kohle verwandelt, Hölzer oft verkieselt.

Säugetierknochen in Lehm und Höhlen pflegen nur ihren Gehalt an verwesbaren Substanzen eingebüßt zu haben und sonst fast unverändert geblieben zu sein.

Zu den Fossilien gehören im weitesten Sinne des Wortes endlich auch noch die im gefrorenen Boden von Sibirien mit Haut und Haar erhaltenen Leichen des Mammuts oder sibirischen Elefanten und des Nashorns.

Ueberhaupt ist in der letzten Stufe des quartären Systems kein durchgreifender Unterschied zwischen den letzten Fossileinschlüssen und den recenten oder der geschichtlichen Zeit angehörenden Einschlüssen mehr zu erweisen. Das eine verläuft in das andere, ohne daß eine Grenze wahrzunehmen ist. Auch das erste Erscheinen von Menschenresten in Bodenschichten hat sich — gegenüber der früheren Vermutung — als eine maßgebende Grenze nicht bewährt. In Europa erscheint der Mensch als Einwanderer aus Asien, weiter zurück hat man seine Spuren noch nicht verfolgen können.

Was überhaupt die Abkunft der fossilen wie der lebenden Pflanzenarten und Tierarten betrifft, so gilt dafür im allgemeinen die Lehre, daß die heute entfernt stehenden Formen im Verlaufe ungeheuer langer Zeiträume aus einfacher gebauten und niedriger organisierten Vorfahren hervorgegangen sind.

Dies ist die Abstammungstheorie von *Lamarck* und *Ch. Darwin*, die jetzt in der Naturwissenschaft und auch in weiteren Kreisen fast allgemein anerkannt ist und sich nicht mehr umgehen läßt. Nach dieser vielumfassenden Lehre erscheint die gesamte Lebewelt seit undenklichen Zeiten in einem steten nie vollständig unterbrochenen Entwicklungsvorgange begriffen, zu dessen Erzeugnissen auch der Mensch, und zwar als vollkommenste Form und oberster Gebieter erscheint.

Die ältesten Organismen.

Ein gewisser Betrag von Feuchtigkeit und Wärme ist eine wesentliche Bedingung für organisches Leben — sowohl der Pflanze als des Tiers. Wir sind berechtigt anzunehmen, daß dies auch schon zur Zeit der Entstehung der ältesten Organismen der Fall war. Ueber diesen Vorgang wissen wir sonst nur wenig. Wir dürfen uns aber mit Hilfe wohlbegründeter wissenschaftlicher Hypothesen ein Bild zu entwerfen versuchen.

Den ersten Anfang des organischen Lebens auf Erden bildeten wahrscheinlich niedere, erst gering verschiedentlichte und dürftig begabte Lebewesen von jener Stufe, die man *Protisten*, d. h. *Erstlinge oder Anfangsformen* des organischen Reichs genannt hat. Zu ihnen gehören namentlich die von E. Häckel zuerst beschriebenen *Moneren*, die teils das Meer, teils das Süßwasser bewohnen. Ihr Körper ist Schleim. Es ist ungegliederte belebte Substanz, vorzugsweise aus Eiweis oder Albumin und Wasser bestehend — eine bewegliche Schleimmasse, deren Bewegungen aber noch nicht die Merkmale willkürlicher Tierbewegung wahrnehmen lassen. Man nennt diese belebte schleimige Substanz *Sarkode*, *Plasma* oder *Protoplasma*.

Erst oberhalb dieser, die niedersten Lebensformen begreifenden Stufe scheiden sich die pflanzliche und die tierische Seite. Was einen Gehalt an Zellulose oder Holzfaserstoff und an Chlorophyll oder Blattgrün erkennen läßt, alles was Kohlensäure einatmet, ist dann *Pflanze* — alles aber was deutliche Willkür-Bewegung zeigt, gilt von da an als *Tier*.

Jene niederen, noch mehr oder minder zwischen Pflanze und Tier schwankenden Lebewesen besitzen heut zu Tage eine so weiche und vergängliche Körperbeschaffenheit, daß sie in Bodenabsätzen keine fossilen Reste zu hinterlassen vermögen und daher im Archiv der geologischen Formationen vollständig fehlen. Auch die hypothetischen ältesten Lebensformen entbehrten fester erhaltungsfähiger Teile. Ihr Leib verfiel nach dem Absterben rasch wieder dem Kreislauf der Elemente, ohne irgend Spuren seines ehemaligen Daseins zu hinterlassen.

Wir kennen daher weder den ersten Anfang des organischen Lebens auf Erden mit Bestimmtheit, noch die ältesten daraus hervorgegangenen Anfänge der Pflanzenwelt und der Tierwelt. Wir sind bezüglich beider lediglich auf Hypothesen angewiesen, die allerdings einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit herzustellen vermögen.

In dieser Hinsicht interessieren uns zunächst die Einlagerungen von Kalkstein und von Graphit in der Formation der krystallinischen Schiefer. Sie erscheinen in

diesen in so regelmäßiger und ganz gleichmäßiger Einschaltung, als wären sie ursprüngliche Absätze des Meereswassers.

Zur Häufigkeit der Lager von körnigem Kalk (Marmor, Urkalk) in den krystallinischen Schiefern nehme man nun den Umstand, daß Kalklager in den jüngeren Formationen hauptsächlich aus Anhäufungen kalkiger von Pflanzen und Tieren ausgeschiedener Substanzen entstanden. Dies läßt vermuten, daß auch in den ältesten Meeresgewässern schon kalkabscheidende Pflanzen und Tiere lebten und durch Anhäufung fester Kalkteile mehr oder minder mächtige Kalklager erzeugten. Das Material dieser Kalkorganismen erhielt sich, nahm aber krystallinisch-körnige Gestalt an.

Während einer Reihe von Jahren glaubte man auch einen jener belebten Kalklager-Erbauer in gewissen Kalklagern, die dem Gneis untergeordnet sind, in fossiler Erhaltung aufgefunden zu haben und erteilte ihm den Namen Eozoon (von eos Morgenröte und zoon Lebewesen). Es sind Knollen von verschiedener Größe (zum Teil über 0,3 Meter im Kubik) mit einigermaßen parallelen unregelmäßig konzentrischen Lagen von körnigem Kalk und Serpentin. Man hat sie als Ueberreste von sehr großen Rhizopoden oder Foraminiferen gedeutet und darnach die Lagen von körnigem Kalk für Wandungen des ehemaligen Gehäuses, die Lagen von Serpentin für Ausfüllung von dessen Kammerräumen genommen. Inzwischen haben sich aber zahlreiche Stimmen gegen eine solche Deutung der sogenannten Eozonen erhoben.

Graphit findet sich gleich dem körnigen Kalk in regelrechten Lagern im Gebiet von Gneis und Glimmerschiefer. Er gilt aus ähnlichen Gründen als eine umgewandelte Ablagerung von Pflanzenresten, etwa von stark verholzten Stengeln von Meeres-Fucoiden. Die Umwandlung der Pflanzensubstanz ist dann hier bis zur Ausscheidung von krystallinischem Kohlenstoff vorgeschritten.

Tafel III.

Die silurische Epoche.

Spärlich sind organische Reste noch im Gebiete des sogenannten Urthonschiefers oder den sogenannten Cambrischen Schichten, die bald als obere Abteilung der krystallinischen Schieferformation, bald als untere der Silurformation betrachtet werden.

Von diesen Cambrischen Fossilien betrachten wir nur eine Art,

Fig. 1 Oldhamia radiata, aus Schiefern von Irland. Es ist ein gegliederter, an den Abgliederungen hin und her geknickter Stengel. An den Gliedern strahlen Zweige in Fächerform aus. Dieses Fossil ist noch sehr rätselhaft, es kann von Meeresalgen (Fucoiden) oder von Quallenpolypen (Hydroiden) herstammen.

Viele Lager der eigentlichen Silurformation sind reich an Meeresfossilien aus verschiedenen Klassen, oft noch in sehr gutem Erhaltungszustand.

Das Pflanzenreich ist hauptsächlich durch Meeresalgen oder Fucoiden vertreten. Sie finden sich gern in besonderen Schichten zahllos zusammengehäuft und scheinen dabei bisweilen Lager von Alaunschiefer, der Thon mit Anthracit und Schwefelkies enthält, gebildet zu haben. Sie sind aber meistens nur schlecht erhalten. Es gab in der Silurzeit auch schon Festland mit Landpflanzen. Man kennt als seltene Funde Ueberreste von Farnen und von Lepidodendren oder bärlappartigen Holzpflanzen.

Weit überwiegend ist die Zahl der aus der silurischen Formation bekannt gewordenen Arten damaliger Meerestiere. Man kennt daraus etwa 10,000 Arten und entdeckt in ihren Gesteinen fortwährend deren noch neue.

Durch das ganze silurische System häufig, aber meist in besonderen feinerdigen Schiefern angesammelt finden sich

Fig. 6—11 die Graptolithen, von denen mehrere Arten etwas vergrößert dargestellt werden. Diese Fossilien sind früher sehr verschiedentlich gedeutet worden. Jetzt betrachtet man sie als Ueberreste von Quallenpolypen oder Hydroiden.

Korallen oder Anthozoen sind in den silurischen Kalklagern oft häufig und bilden stellenweise Bänke oder Riffe von ansehnlicher Ausdehnung, so auf der Insel Gotland. Zu ihnen gehört

Fig. 3 Halysites catenularia, auch Catenipora genannt, eine sogenannte Röhrenkoralle, die auf Gotland und England gefunden wird.

Fig. 2 Astraeospongium meniscus, aus den silurischen Schichten von Tenessee (Nordamerika) erinnert auf den ersten Anblick an eine sechsstrahlige Sternkoralle, ist aber ein Meeresschwamm mit sechsstrahligem Skelett oder ein Hexactinellide.

Crinoideen oder Seelilien mit radiär gebautem, becherförmigem, vielgegliederte Arme tragendem und mittelst eines gegliederten biegsamen Stiels am Meeresboden festsitzendem Körper, finden sich in manchen silurischen Kalklagern schon häufig.

Ihnen verwandt war die nur aus silurischen Schichten bekannte Ordnung der Cystideen mit meist kugelichem Körper, kurzen Armen und kurzem Stiel. Zu denselben gehören unter andern

Fig. 16 Echinosphaerites aurantium aus dem untersilurischen Kalk von Pulkowa bei St. Petersburg. Die Abbildung zeigt den mit Kalktäfelchen gepanzerten Körper und an der einen Seite etwas gegen oben eine aus 5 Tafeln bestehende Pyramide. Wahrscheinlich war dies bei Lebzeit des Tiers eine aus beweglichen Klappen gebildete Vorrichtung.

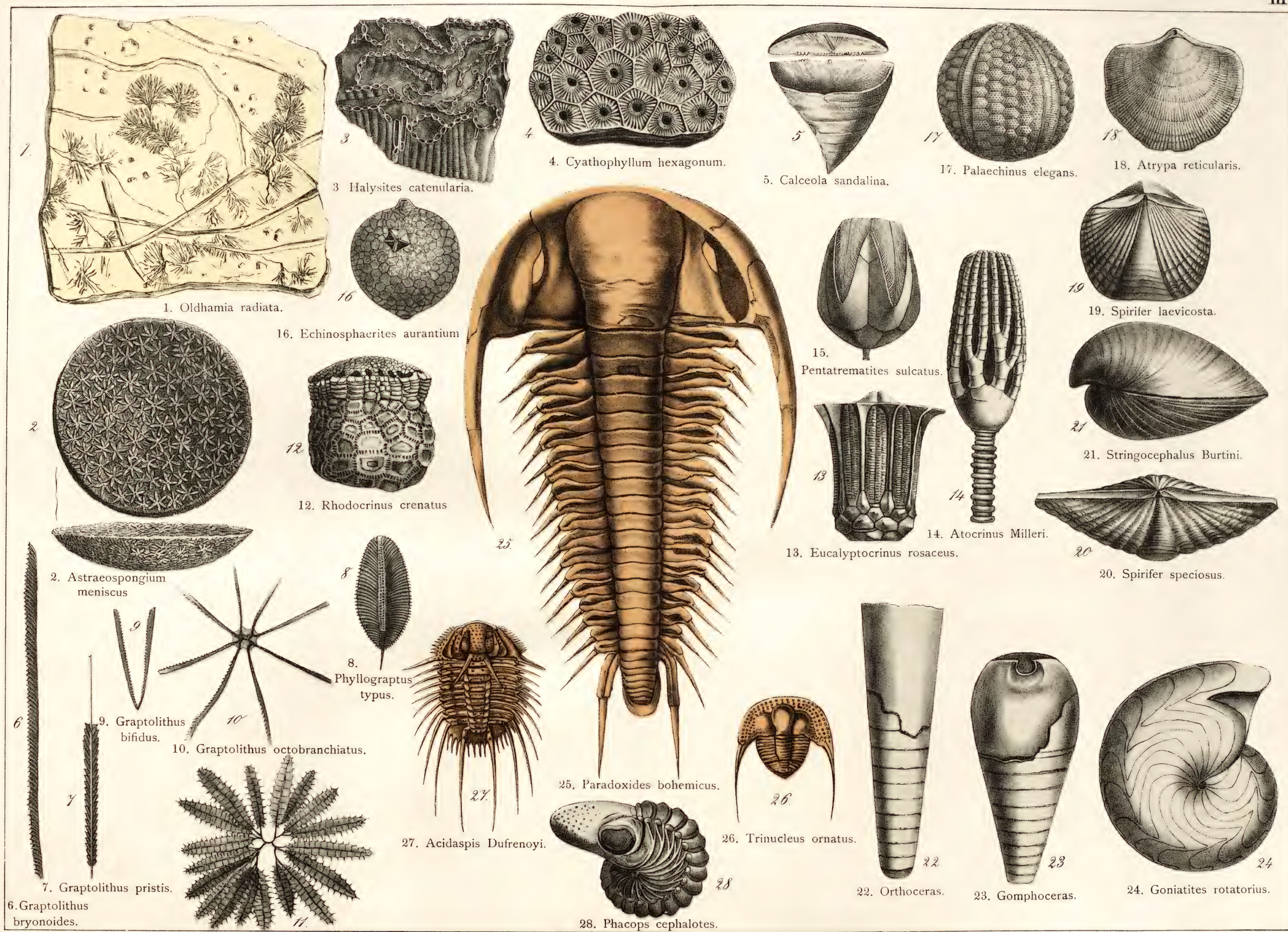
Reste von Schaltieren oder Mollusken, (Konchylien) sind häufig im silurischen System, besonders in gewissen Kalklagern. Vertreten sind schon die vier Hauptklassen der Brachiopoden (Armfüßer) der Acephalen (Muscheln) der Gasteropoden (Bauchfüßer, Schnecken) und der Cephalopoden (Kopffüßer).

Am meisten im Gegensatz zu der Bevölkerung der heutigen Meere stehen

Fig. 22—24 die Cephalopoden der silurischen Schichten. Zu ihnen gehören unter andern die Orthoceren, die Gomphoceren und die Goniatiten. Ihr nächster lebender Verwandter ist der Nautilus Pompilius der Südsee.

Das Gehäuse dieser Cephalopoden ist eine bald gerade, bald spiralig eingerollte Kalkschale mit einer großen vorn gelegenen Wohnkammer und mit zahlreichen dahinter abgeschieden Luftkammern. Ein fester, durch eine kalkige Hülle geschützter Strang, der Sipho, zieht sich vom Hinterteile des Tieres durch alle Luftkammern bis an den ersten Anfang des Gehäuses. Die Scheidewände heften sich in verschiedener Weise an die Schale — einfach in gerader Linie bei Orthoceras und Gomphoceras — in sanften Wellenlinien bei Nautilus — in mehr oder minder scharf gebrochener Linie bei Goniatites und vielen anderen Gattungen.

In noch stärkerem Gegensatz zur heutigen Meeresbevölkerung steht von silurischen Krustaceen oder Krustentieren die Ordnung der Trilobiten, deren heutiger nächster Verwandter der in stehendem Süßwasser lebende Kiemenfuß, Apus cancriformy ist. Sie besaßen wie dieser anstatt der Füße wahrscheinlich weiche Kiemenblätter, mittelst deren sie schwammen und atmeten. Ihr harter Hautpanzer findet sich häufig in silurischen Schichten


1. Oldhamia radiata.
2. Astraeospongium meniscus
3 Halysites catenularia.
4. Cyathophyllum hexagonum.
5. Calceola sandalina.
6. Graptolithus bryonoides.
7. Graptolithus pristis.
8. Phyllograptus typus.
9. Graptolithus bifidus.
10. Graptolithus octobranchiatus.
11. Retiograptus eucharis.
12. Rhodocrinus crenatus
13. Eucalyptocrinus rosaceus.
14. Atocrinus Milleri.
15. Pentatrematites sulcatus.
16. Echinosphaerites aurantium
17. Palaechinus elegans.
18. Atrypa reticularis.
19. Spirifer laevicosta.
20. Spirifer speciosus.
21. Stringocephalus Burtini.
22. Orthoceras.
23. Gomphoceras.
24. Goniatites rotatorius.
25. Paradoxides bohemicus.
26. Trinucleus ornatus.
27. Acidaspis Dufrenoyi.
28. Phacops cephalotes.

erhalten, namentlich in manchen Kalklagern. Er zeigt meistens eine sehr deutliche Dreiteilung in ein Kopfschild, ein vielgegliedertes Rückenschild und ein Schwanzschild. Dazu kommt gewöhnlich noch eine ebenfalls mehr oder minder deutliche Dreiteilung parallel der Längsachse des Körpers, die namentlich über das Rückenschild ausgeprägt zu sein pflegt.

Von diesen Trilobiten betrachten wir vier silurische Arten näher.

Fig. 25 Paradoxides bohemicus, aus dem untersilurischen Schiefer von Ginetz in Böhmen, erreicht 16 Zentimeter Länge und darüber. Dies ist einer der größten Trilobiten. Der Rand des Kopfschildes und die 19 queren Segmente des Rückenschildes, sowie das vorderste des kleinen Schwanzschildes verlaufen in lange zurückgewendete Stacheln.

Das Kopfschild zeigt einen breiten flachwölbigen Mittelwulst oder die sogenannte Glabella und auf den beiden Seitenstücken je eine sichelförmige Augenfläche (ohne Facetten).

Fig. 26 Trinucleus ornatus, aus dem silurischen Sandstein von Wessela in Böhmen, ist einer der kleineren Trilobiten, aber eine sehr ausgezeichnete Form. Das Kopfschild führt einen breiten flachen reihenweise durchbrochenen Saum, der jederseits nach hinten in einen sehr verlängerten Stachel sich fortsetzt.

Fig. 27 Acidaspis Dufrenoyi, aus dem silurischen Kalk von St. Iwan in Böhmen, setzt am ganzen Umfang des Panzers sich in längere oder kürzere Stacheln fort. Auch das Kopfschild trägt hinter der Glabella noch zwei lange Stacheln.

Fig. 28 Phacops cephalotes, aus dem silurischen Kalk von Karlstein in Böhmen, zeichnet sich durch gerundete Formen aus. Die Glabella ist breit und vorn vorgezogen. Die Augen sind groß und mit Facetten bedeckt, die einen ähnlichen Bau wie die heute lebender Crustaceen und Insekten zeigen. Diese und andere Arten dergleichen Gattung finden sich oft nach Art der Asseln zusammengekugelt.

Als seltene Funde kennt man seit einigen Jahren aus silurischen Ablagerungen auch einige Skorpione wie Palaeophonus nuncius von Gotland und ein Insekt Palaeoblattina aus der Normandie (Calvados). Diese spärlichen Funde lassen uns gleichwohl ahnen, daß das Festland der Silurzeit nicht nur eine grüne Vegetation, sondern auch schon eine reichliche Landfauna, deren höchst stehende Vertreter Skorpione und Schaben waren, beherbergt haben mag.

Reste von Fischen beginnen erst in den oberen silurischen Schichten, es sind Vertreter der Ordnungen der Haie oder Selachier und der Schmelzschupper oder Ganoiden. In diesen Lagern finden sich aber nur zerstreute Zähne, Flossenstacheln und Schuppen von Fischen erhalten. Ganze Skelette von solchen kennt man erst aus der nächstfolgenden Formation.

Die devonische Epoche.

Ihre Fossilreste tragen noch sehr denselben Charakter wie die aus silurischen Schichten, es zeigen sich aber auch schon Beweise von allmählichem Fortschritt und langsamer Vervollkommnung der Flora und Fauna, namentlich, wie es scheint, aber der Landbevölkerung.

Festlandpflanzen treten reichlicher auf. Es sind vorzüglich noch Kryptogamen aus den Klassen der Calamiten (Equisetaceen), Farnen und Lycopodiaceen. Dazu kommen aber auch schon Vertreter der Coniferen oder Nadelhölzer.

Die silurische Meeresfauna setzt sich meistens in sehr ähnlicher Weise in die devonische fort und einzelne Arten reichen aus der einen in die andere. Dabei fehlt es auch nicht an auffallenden Gegensätzen; so erscheinen die in den silurischen Schichten zahlreich vertretenen Graptolithen und Cystideen mit Beginn des devonischen Zeitalters erloschen und die Trilobiten sind von da an im Abnehmen.

Wir wollen einige devonische Fossilien näher ins Auge fassen. Zuerst zwei Arten von Korallen.

Fig. 4 Cyathophyllum hexagonum aus dem devonischen Kalke von Bensberg bei Köln, Belgien und England gehört zu den bezeichnendsten Formen ihres Zeitalters. Sie besteht aus einer scheibenförmigen Familie von Kelchen oder verwachsenen Individuen. Jeder Kelch ist polygonal, viele sechseckig. Er zeigt zahlreiche Sternlamellen oder Septen, es sollen deren 45 sein. Die Familie vermehrt sich durch Knospung eines neuen Kelches an der Seite eines älteren.

Fig. 5 Calceola sandalina, die sogen. „Pantoffelmuschel" der älteren Paläontologen, ist nach neueren Ermittelungen keine Muschel, sondern eine mit einem Deckel versehene, zusammengedrückte, zweiseitige, einzeln lebende Sternkoralle. Die Septen zeigen sich an der Innenseite des Kelches nur durch erhabene Linien vertreten. Calceola sandalina findet sich besonders häufig im devonischen Kalk zu Gerolstein in der Eifel.

Die Crinoideen sind im devonischen System reichlich vertreten. Einer der schönsten Funde ist der Körper von

Fig. 12 Rhodocrinus crenatus, von Gerolstein in der Eifel.

Nicht minder in die Augen fallend ist der Körper von

Fig. 13 Eucalyptocrinus rosaceus. Diese Art kommt mit voriger zusammen vor.

Unter den Meeresschaltieren der devonischen Zeit sind die Brachiopoden noch fast allenthalben vorwiegend. Eine der häufigsten Arten ist

Fig. 18 Atrypa reticularis. Sie beginnt schon in den oberen silurischen Schichten und reicht von da ununterbrochen durch das devonische System. Sie findet sich häufig zu Gerolstein in der Eifel, zu Bensberg bei Köln und zu Grund bei Klausthal.

Andere für das devonische System bezeichnende Brachiopoden sind

Fig. 19 Spirifer laevicosta (ostiolatus) und

Fig. 20 Spirifer speciosus.

Fig. 21 Stringocephalus Burtini ist nicht minder charakteristisch. Dies ist einer der größten Brachiopoden und in der Seitenansicht einigermaßen einem Eulenkopfe ähnlich, worauf sich der Gattungsname bezieht. Das schönste Vorkommnis im devonischen Kalke von Paffrath bei Köln.

Die Fische, die zuerst im obersten Teil der silurischen Schichtenfolge sich zeigten, erscheinen in der devonischen Formation zahlreicher, namentlich im sogenannten alten roten Sandstein (old red sandstone) von Schottland und von Süd-Wales. Es sind hier meist Ganoiden oder Schmelzschupper, sie liefern zum Teil ausgezeichnete zusammenhängende Skelette. Es lassen sich unter ihnen drei Ordnungen unterscheiden, gepanzerte Ganoiden, eckschuppige und rundschuppige. Von ihnen sind die gepanzerten im devonischen System besonders zu Hause, sie tragen einen Panzer von starken Knochentafeln, ähnlich denen, welche heutzutage bei den Stören sich zeigen, die man auch als deren Nachkommen betrachten darf.

Von landbewohnenden Tieren haben sich in der Devon-Formation bis jetzt noch keine Reste gefunden. Gleichwohl muß es deren schon gegeben haben, denn es gab damals ein Festland mit Pflanzenwuchs. Darauf mögen auch wohl schon Landtiere gelebt haben, um so mehr als wir deren — besonders Scorpione — bereits aus den silurischen Schichten kennen gelernt haben. Auf dem devonischen Festland aber dürfte es auch schon Amphibien gegeben haben.

Die Steinkohlen-Epoche

oder die karbonische Zeit folgt der devonischen unter starkem Gegensatz des Verhältnisses zwischen Meer und Festland. Das letztere tritt hier zum erstenmale bedeutend in den Vordergrund und mit reichlicher Bewaldung bedeckt, sowie auch von mancherlei Landtieren bewohnt.

Die Fossilien der Meeres-Fauna der Steinkohlen-Epoche schließen sich im allgemeinen Charakter wieder nahe denen des devonischen Systems an. Aber der Wechsel der Formen dauert fort, ältere Arten treten zurück, neue stellen sich für sie ein. Wir betrachten einige karbonische Meeresfossilien näher.

Von Crinoiden bilden wir auf **Fig. 14** den Körper eines Platycrinus (Atocrinus) Milleri mit fünf mehrmals sich gabelnden Armen ab.

Fig. 15 Pentatrematites sulcatus, aus dem Kohlenkalk von Illinois, (Nordamerika) ist ein Blastoidee oder eine Knospenlilie. Diese erloschene Ordnung ist im Kohlenkalk am reichhaltigsten vertreten und erlischt gleich darnach. Sie schließt sich den Crinoideen und den Cystideen zunächst an, bietet aber in den Einzelheiten ihres Körperbaues noch manches Rätsel.

Fig. 17 Palechinus elegans aus dem Kohlenkalk von Irland ist ein Seeigel mit kugligem Gehäuse, an welchem man 35 Reihen von Kalktäfelchen wahrnimmt. Es sind darunter fünfmal zwei Reihen porentragender Täfelchen oder Ambulacral-Reihen. Die übrigen fünf mal fünf bilden die Zwischenfelder mit den Interambulacral-Reihen. Die Täfelchen derselben tragen Wärzchen, auf denen noch keine Stacheln saßen.

Von den zahlreichen Meeresschaltieren des Kohlenkalks heben wir nur einen Goniatiten hervor

Fig. 24 Goniatites rotatorius aus dem Kohlenkalk von Belgien und Indiana. Es ist eine der größeren Arten mit zusammengedrücktem Gehäuse und engem Nabel. Die Nahtlinie bildet an der Seite einen zurückgewendeten spitzen Winkel, den Seitenlobus. Ihn begrenzen zwei sanfte nach vorn gewendete Schwingungen der Nahtlinie, Sättel genannt.

Tafel IV.

Noch bilden wir einen federartig ausgebreiteten Bryozoen oder eine Mooskoralle,

Fig. G. Ptylopora pluma und einen am Rande der größeren Klappe mit langen röhrenförmigen Stacheln besetzten Brachiopoden,

Fig. H. Chonetes Dalmani, ab.

Ganz anders tritt während der Steinkohlenepoche die Landflora in den Vordergrund und zwar mit einer so üppig wie sonst nie entwickelten Sumpfvegetation. (Siehe Tafel V.)

Ihr maßgebender Vertreter ist die Gattung Sigillaria mit ihren weit hinausstrahlenden und wiederholt sich gabelnden Wurzeln, die man auch als Stigmarien bezeichnet. Sie stellte die vorwiegende Vegetation der Sumpfe dar und erzeugte durch ihre massenhafte Holzproduktion die zahlreichen, gewöhnlich zu mehreren über einander folgenden Steinkohlenflötze.

Jedes solche Flötz ruht auf einem von Wurzeln filzartig durchsetzten Lager von Schieferthon oder sogenanntem Stigmarien-Thon. Dies ist ein alter Sumpfboden und die Steinkohlenflötze entsprechen den auf diesem Boden gewachsenen Sigillarien-Waldungen, deren Holzreichtum sich alsbald an Ort und Stelle ablagerte und darnach im Laufe der Zeit und infolge allmählicher Zersetzung sich in Steinkohle umwandelte.

So groß auch die Üppigkeit dieser Sumpfwaldvegetation war, erscheint doch der Reichtum derselben an Familien, Gattungen und Art noch sehr unbedeutend im Vergleich mit der heutigen Festlandflora unseres Planeten.

Die Steinkohlenbildung zeigt fast nur kryptogamische Gefäßpflanzen, namentlich Farnen, Calamiten, Lycopodiaceen, Lepidodendren und Sigillarien. Es gab damals wahrscheinlich auch zahlreiche Zellenpflanzen. Aber diese besaßen nur ein ganz weiches Gewebe ohne verholzte Zellwandungen. Sie konnten sich daher nicht fossil erhalten, sondern fielen früh der Fäulnis und Verwesung anheim.

Von Phanerogamen zeigt die Steinkohlenflora nur einige Cycadeen und Coniferen. Letztere sind durch Araucarien vertreten und mögen damals wohl die Waldungen des trockneren Festlandgebietes und der Gebirge gebildet haben.

Die Zahl der bis jetzt bekannt gewordenen fossilen Arten der Steinkohlenflora soll sich auf mehr als 800 belaufen. Davon gehören 700 den Gefäß-Kryptogamen an.

Ihr allgemeiner Charakter ist tropisch und zwar unter allen heutigen Breiten — auch im Polarkreis. Man kann darnach die mittlere Wärme der damaligen Erdoberfläche zu beiläufig 25° C. oder noch etwas darüber veranschlagen.

Betrachten wir die Hauptformen der Steinkohlenflora etwas näher.

Fig. D. die Calamiten (Stammstück und **Fig. D 2** Unterende eines Stammes) sind wirtelig verästelte, ansehnliche Stämme bildende Gefäßkryptogamen, die nächsten Verwandten der heute lebenden Equiseten oder Schachtelhalme. Die Stämme oder Schafte sind quer gegliedert und langgefurcht. Ihre Oberfläche trägt breite flache, durch engere Furchen getrennte Längsrippen, die bis zur nächsten Ringlinie hinaufreichen und hier mit denen des nächst jüngeren Geschosses alternieren. Auf den Rippen dicht unter der Abgliederung bemerkt man meist je ein erhabenes Knötchen. Es gilt als Rest eines Gefäßstranges, der aus dem Holzkörper des Stammes in ein Blatt austrat. Der Stamm enthielt einen ansehnlichen Markkörper mit einem weiten Luftgang in jedem Geschoß. Seine Höhe geht bis zu 10—12 Meter oder noch mehr.

Die Asterophylliten sind kleinere Gewächse mit 3 Teilen wirteliger Verzweigung und mit ebenfalls wirtelig gestellten schmalen am Grunde freien Blättern. Man hielt sie früher für eigene Pflanzen, aber die neueren Paläontologen betrachten sie meist als Zweige von Calamiten. Manche Zweige derselben sind auch fruchttragend. Die Annularien wie z. B.

Fig B. Annularia fertilis sind gleich wie die Asterophylliten kleinere Gewächse von wirteliger Tracht, aber die Blätter sind breiter, gedrängt und von ungleicher Länge.

Die Farne erscheinen in der Steinkohlenformation besonders durch Wedel oder Blätter vertreten.

Fig. C. zeigt den Wedel einer Sphenopteris. Seltener sind fossil erhaltene Stämme von Farnen.

Die Lycopodiaceen oder Bärlappgewächse sind in denselben Schichten schon durch ansehnliche Stämme und Zweige vertreten, bleiben aber spärliche Funde.

Desto bedeutender tritt die erloschene Klasse der Lepidodendreen oder Schuppenbäume in den Vordergrund. Sie bilden schlanke, gegen oben gabelteilige bis zu 20 und 30 Meter Höhe erreichende Stämme. Die Rinde desselben bilden spiralig verlaufende dicht gedrängte kantige, gewöhnlich rhombenförmige Blattnarben und verleihen ihr das Aussehen eines Schuppenpanzers. Wir bilden eine Art ab

Fig. F. Lepidodendron elegans.

Eine andere Klasse der Gefäßkryptogamen jenes Zeitalters bilden die Sigillarien oder Siegelbäume. Es sind ansehnliche Stämme mit in die Länge gezogenen, von Furchen umzogenen und erhabenen Feldern. Letztere sind Blattnarben und man erkennt auf ihrer Mitte noch drei kleinere Närbchen, die den Austritt von Gefäßsträngen in die ehedem hier aufsitzenden Blätter noch andeuten. Die Stämme der Sigillarien erreichten 12, auch wohl 20—25



E. Stammstück mit Blattnarben der Sigillaria elegans.

F. Stammstück von Lepidodendron elegans.

G. Ptylopora pluma.

H. Chonetes Dalmani.

I. Cyclophthalmus senior.

M. Palaeoniscus Freislebeni.

K. Gampsonyx fimbriatus.

L. (Restaurierter) Amblypterus macropterus.

N. Lepterpeton Dobbsii.

B. Annularia fertilis.

C. Sphenopteris.

D. Stammstück von Calamites.

D 2. Unteres Ende des Stammes von Calamites.

O. 1. Archegosaurus Decheni. 2. Zahn vergrößert. 3. Derselbe im Querschnitt

A. Durchschnitt des Kohlenbeckens der Sarthe (Frankreich) zwischen Sillé le Guillaume und Sable.

1. Granit. 2. Porphyr. 3. Gneis. 4. Kieselkalk. 5. Thonschiefer. 6. Magnesiakalk. 7. Conglomeratstreifen. 8. Bruchschiefer. 9. Thonschiefer. 10. Puddingsteine. 11. Graptolithenschiefer. 12. Roter Eisensand. 13. Glimmerschiefer. 14. Sand. 15. Kalk. 16. Schiefer. 17. Anthracit. 18. Schiefer. 19. Sand. 20. Kohlenkalk. 21. Anthracit. 22. Schiefer.

Meter Höhe. Ihre mächtigen Wurzeln strahlten horizontal aus und gabelten sich wiederholt. Ihre letzten Zasern bildeten filzartige Gewebe im Boden. Dies sind die sogen. Stigmarien, die man einige Jahrzehnte hindurch für eigene Pflanzen hielt. Die Sigillarien mit den Stigmarien gelten für die Haupturheber des Holzreichtums der seitherigen Steinkohlenflötze.

Fig. E. ist ein Stammstück mit Blattnarben von Sigillaria elegans.

Von Phanerogamen kennt man als zuverlässige Funde nur Cycadeen und Coniferen. Die Stämme der letzteren zeigen ein ähnliches Holzgewebe wie die heute nur noch auf der südlichen Halbkugel verbreiteten Araucarien. Die faserige Steinkohle oder Faserkohle hält man für verkohltes Araucarienholz.

Vielbesagend, aber nur durch spärliche Funde bekannt sind die Vertreter der Landbevölkerung der Steinkohlenepoche. Es sind unter andern Schaben wie Blattina, — Skorpione wie Cyclophthalmus — Tausendfüße wie Xylobius — ferner eine Anzahl von Amphibien aus der erloschenen Ordnung der Stegocephalen oder der mit einer Schädeldecke versehenen Formen. Auch gab es schon Süßwasserfische, meist Eckschupper oder eckschuppige Ganoiden mit Amblypterus und Palaeoniscus.

Von Skorpionen kennt man aus der Steinkohlen-Formation mehrere Gattungen.

Fig. J. Cyclophthalmus senior von Radnitz in Böhmen ähnelt dem lebenden afrikanischen Skorpion (Androctonus), weicht aber von diesem in der Stellung der Augen ab.

Die Steinkohlenformation liefert die ältesten Reste von ächten Land und Süßwasser bewohnenden Amphibien und zwar aus der Ordnung der Stegocephalen (mit vollständiger Schädeldecke).

Fig. N. Lepterpeton. Wir bilden von ihnen ein kleineres Amphibium von der Gestalt eines Molches ab. Es stammt aus der Kohlenbildung von Kilkenny in Irland und ist ausgezeichnet durch die Länge der Mittelnaht (oder Symphyse) des Unterkiefers.

Beschreibung von Figur **K. L. M. O.** siehe rechte Spalte und Seite 28.

Tafel V.

Das ideale Landschaftsbild der Steinkohlenzeit mit seiner Baumvegetation von Kryptogamen und Nadelhölzern gewährt uns einen völlig fremdartigen Anblick, der von dem unserer heutigen, auch der tropischen Waldungen charakteristisch abweicht. Die Vegetation zeigt folgende Formen vorwaltend.

Fig. 1 Sigillaria alternans.

Fig. 2 Lepidodendron corrugatum.

Fig. 3 Sagenaria dichotoma.

Fig. 4 Sagenaria Veltheimiana

Fig. 5 ein Stammstück eines Siegelbaums, Sigillaria, mit ausstrahlenden und sich gabelnden Wurzeln — früher für eine eigene Holzpflanze gehalten und Stigmaria genannt.

Fig. 6 Sphenophyllum als Baum gedacht.

Fig. 7 Ein Sumpfdickicht von Calamiten (Equisetaceen), an denen die Asterophylliten (Sternblätter) als Zweige sitzend gedacht sind.

Fig. 8 Cyclopteris (Kreiswedel), ein Farn.

Fig. 9 Neuropteris (Nervenwedel), gleichfalls ein Farn. In dieser Sumpflandschaft tummeln sich

Fig. 10 Archegosaurus, eidechsenförmige Amphibien herum. Im Wasser gewahrt man Fische aus der Ordnung der Schmelzschupper.

Fig. 11 Palaeoniscus mit eckigen, meist rautenförmigen Schmelzschuppen.

Die permische Epoche

oder die Dyas-Zeit ist in Nord- und Mittel-Deutschland durch zwei sehr von einander abweichende Abteilungen, eine Süßwasser- und eine Meeresablagerung vertreten.

Die untere Abteilung oder das Rotliegende schließt sich den oberen Lagern der produktiven Steinkohlenformation gewöhnlich nahe an. Aber in der Festlandflora erscheinen eine Reihe von Familien und Gattungen der Steinkohlenzeit bereits entfallen. An dieser Scheide zweier Zeitalter verlieren sich namentlich die Lepidodendren und die Sigillarien mit den Stigmarien. Ueberhaupt nimmt die bisherige Üppigkeit der Morastvegetation hier ersichtlich ein Ende. Damit verliert sich auch die Mächtigkeit des damals abgelagerten Holzreichtums der Sumpflandschaften. Die untere Abteilung des Rotliegenden beherbergt gewöhnlich noch einige Kohlenflötze, aber sie sind nur selten bauwürdig.

Aus der Flora des Rotliegenden betrachten wir einige Arten näher.

Tafel VI.

Fig. B. Tubicaulis solenites ist der Stamm oder Strunk eines Farnen aus der Verwandtschaft der heute in den Tropen heimischen Marattiaceen. Unsere Abbildung stellt den Querschnitt eines verkieselten Stammes aus dem Rotliegenden von Chemnitz in Sachsen dar. Das Zellgewebe durchsetzen zahlreiche theils mehr kreisrunde teils mehr elliptisch verbreiterte Gefäßbündelstränge.

Fig. C. Odontopteris, ist ein üppig entwickelter Farnwedel mit teils einfachen teils fiederlappigen Fiedern. Diese Gattung reicht aus der Steinkohlenformation ins Rotliegende.

Fig. D. Walchia piniformis ist ein Nadelholz aus der Verwandtschaft der Araucarien. Man kennt zweizeilig verzweigte Äste mit Blättern und Zapfen. Die Blätter sind dreikantig, sichelförmig und spiralig angeordnet, ähnlich denen der lebenden Araucaria excelsa. Stämme von Walchia kennt man noch nicht. Wahrscheinlich besaßen sie das Holzgewebe von Araucarien. Walchia piniformis beginnt in der oberen Abteilung der Steinkohlenformation und ist häufig im Rotliegenden.

Fig. D 2. stellt einen fruchttragenden Zweig derselben Gattung dar.

Tierreste sind im allgemeinen im Rotliegenden selten, aber zum Teil merkwürdig.

Tafel **IV. Fig. K.** Gampsonyx fimbriatus ist ein kleines Süßwasser-Krebschen aus der Ordnung der Amphipoden oder Flohkrebse und ausgezeichnet durch zwei paar Anhänge des letzten Körperringes. Es findet sich im Thoneisenstein des mittleren Rotliegenden zu Lebach bei Saarbrücken.

Tafel **IV. Fig. L.** Amblypterus macropterus, und Tafel **IV. Fig. M.** ist ein Fisch aus der Ordnung der eckschuppigen Ganoiden, ein Süßwasserbewohner, der in den Eisensteinknollen derselben Gegend vorkommt. Ausgezeichnet ist er durch die Größe seiner Flossen. Das Hinterende des Körpers ist ungleichlappig oder heterocerk — wie bei allen Ganoiden der älteren Formationen.

Eine Menge von Stegocephalen oder mit Schädelbach versehenen Amphibien bevölkerten zur Zeit der Ablagerung des Rotliegenden die Gewässer des Festlandes, die meisten waren Eidechsen und Krokodilen, andere Molchen, noch andere Schlangen ähnlich.

Wir heben eine der häufigsten Arten hervor, die ebenfalls im Lebacher Eisenstein vorkommt.

Tafel **IV. Fig. O.** Archegosaurus Decheni, erreichte ein Meter Länge und wohl noch etwas darüber. Der Schädel ist dreiseitig, niedergedrückt und mit glänzenden Schildern bedeckt. Die Kehle und die Brust

gedecken drei Kehlbrustplatten, von denen die vordere rhombenförmig ist. Der Rachen trägt kegelförmige Zähne. Sie sind am unteren Teil gestreift, im Innern einfach gefaltet (**Fig. O 2.** und **O 3.**) vergrößert. Sie waren Raubtiere, die Fischen und kleineren Amphibien nachgingen. Man findet auch in denselben Eisensteinen fossilen Kot von ihnen oder sogen. Koproliten, die noch Fischschuppen und andere unverdaute Ueberreste erkennen lassen.

Die obere Abteilung der permischen Formation mit dem Kupferschiefer und Zechsteine besteht aus Meeresabsätzen.

Pflanzenreste sind darin im allgemeinen selten, doch finden sich im Kupferschiefer noch einige Meeresalgen erhalten.

Reste von Meerestieren sind etwas häufiger. Wir greifen von ihnen einige Arten heraus.

Fig. E. Cyathocrinus ramosus ist der gegliederte Stiel einer Crinoidee aus dem Zechstein.

Fig. F. Fenestella retiformis ist ein Bryozon oder eine Mooskoralle aus demselben Lager. Diese Art bildet einen unregelmäßig trichterförmigen Stock mit einem gedrängten Maschengewebe von ausstrahlenden Stämmchen, die durch zahlreiche Querstäbchen verbunden werden. Dieser Stock trägt nur auf der einen Seite (auf der Vorderseite) Wohnzellen, in denen die einzelnen Tierchen saßen. Sie bilden auf jedem Radialstäbchen zwei Reihen. Die Figur ist stark vergrößert.

Fig. G. Avicula antiqua von ebendaher.

Fig. H. Modiola Pallasi.

Fig. J. Arca antiqua.

Fig. K. Productus horridus oder aculeatus ist ein bezeichnender und sehr verbreiteter Brachiopode des Zechsteins von England, Nord- und Mittel-Deutschland. Das Gehäuse ist sehr ungleichklappig, mit geradem Schloßrand, einer größeren stark gewölbten am Wirbel vorspringenden Klappe und einer kleineren concaven Deckelklappe. Diese Art trägt röhrenförmige Anhänge, besonders dem Schloßrande jeder Klappe entlang.

Reste mehrerer meerischer Fische finden sich im Kupferschiefer häufig, oft in krampfhaft verbogener Haltung. Man nimmt an, daß kupferhaltiges Wasser aus dem Binnenlande in ein breites flaches Meeresgebiet eindrang und hier viele Tausende von Fischen tötete. Die Herkunft des Kupfergehaltes ist dann durch Auslaugung erzhaltiger krystallinischer Schiefer durch Quellen zu erklären. Zwischen Gebirg und Meer muß man noch einen Steppensee oder eine sogen. Salzpfanne annehmen. Jedenfalls ist die Erklärung schwierig.

Tafel **IV. Fig. M.** Palaeoniscus Freieslebeni, ein Eckschupper von beiläufig der Größe eines Härings, ist die gemeinste Art des deutschen Kupferschiefers. Die Körpergestalt ist ziemlich schlank und die Flossen sind klein. Der dicht geschlossene, aus rhombischen mit Schmelz bedeckten Schuppen zusammengesetzte Panzer dieses Kupferschieferfisches gleicht sehr dem des in Flüssen Nordamerikas heute lebenden Knochenhechtes, (Lepidosteus osseus, englisch gar-pike).

Ein anderer Eckschupper des deutschen Kupferschiefers ist

Fig. L. Platysomus gibbosus, ein kleiner hoher Fisch, in seitlicher Ansicht fast von rhombischem Umriß. Der Rachen ist klein und trägt kleine spitze Zähne. Rückenflosse und Afterflosse sehr lang, Schwanz ungleichlappig, Schuppen hoch und kurz.

Kurz berühren wollen wir noch das erste Erscheinen eines Reptils im Kupferschiefer von Thüringen. Es ist der Protorosaurus Speneri, ein Landbewohner von Eidechsengestalt, sehr ähnlich dem lebenden Monitor oder Varanus, 1 Meter Länge und darüber erreichend. Er vereinigt noch Charaktere heute getrennter Klassen und Ordnungen. Die Wirbelkörper sind noch biconcav wie die der Fische und der Fischmolche — die Zähne aber in eigene Höhlen oder Alveolen eingekeilt, wie bei den Krokodilen. Man darf darnach vermuten, daß Protorosaurus der Stammvater der Krokodile ist, die mit ihm von dem älteren Stamme der Eidechsen sich abzweigten. Der Ursprung der Eidechsen aber ist bei den Stegocephalen zu suchen, die schon in der Steinkohlenformation sich zeigen. Die Stegocephalen endlich können nur aus älteren Fischen hervorgegangen sein.



A. Idealer Durchschnitt der Dyas-Formation in Norddeutschland.
1. Kohlensandstein. 2. Rot Totliegendes. 3. Weißes Totliegendes. 4. Kupferschiefer. 5. Zechstein. 6. Rauchwacke. 7. Aschenwacke. 8. Schlottengips mit Stinkkalk. 9. Mergel. 10. Buntsandstein.



A. Durchschnitt der Triasformation in Württemberg.
1. Vogesensandstein. 2. Buntsandstein. 3. Wellenkalk. 4. Anhydritgruppe. 5. Muschelkalk. 6. Lettenkohle. 7. Keupermergel. 8. Keupersandstein. 9. Lias (Jura).

Tafel VII.

Die Trias-Epoche.

Mit ihr beginnt die Sekundär-Periode oder das Mittelalter der irdischen Lebewelt und diese reicht bis zum Schlusse der Kreideepoche. Sie ist eine Zeit von vorwiegender und mannigfacher Entwicklung der Reptilien, wobei mehrere derselben eine riesenhafte Größe erreicht haben. Mit ihnen zeigen sich hier die ersten Säugetiere, aber noch spärlich und noch in geringen Maßen.

Was die Trias im besonderen anbelangt, so umfaßt sie die Ablagerung des Buntsandsteins, des Muschelkalks und des Keupers.

Unter der Festlandflora des Bundsandsteins finden sich Reste von baumförmigen Equisetaceen oder Schachtelhalmgewächsen der Gattung Equisetites und einigen Farnen, ferner von Nadelhölzern, endlich den ersten einigermaßen sicheren Monocotyledonen.

Von Coniferen zeichnet sich durch Schönheit und Häufigkeit die Gattung Voltzia aus.

Fig. B. Voltzia heterophylla ist die gemeinste Art aus dem oberen Buntsandstein von Sulzbad im Elsaß, wo von ihr beblätterte Zweige, Blütenkätzchen und Fruchtzapfen vorkommen. Die Zweige tragen je nach ihrer Altersstufe zweierlei Blätter, kurze und lange. An Zweigenden finden sich gewöhnlich lange lineare Blätter, während die älteren Zweigteile mit kurzen pfriemenförmigen oder sichelförmigen Blättchen, ähnlich wie bei der lebenden Araucaria excelsa besetzt erscheinen. Die Zapfenschuppen sind vorn dreilappig.

Merkwürdig sind die auf Absatzflächen gewisser Buntsandsteinschichten vorkommenden Fußspuren oder Fährten, welche von großen vierfüßigen Tieren, die über die damals einen Strand bildende noch weiche Masse von Sand und Schlamm hinwegschritten, eingedrückt wurden. Man kennt aus gleicher Schichte sonst keine Reste des betreffenden Tieres. Die Fußabdrücke zeigen fünf Zehen, wovon eine einen freien Daumen darstellt. Darnach bezeichnete man das unbekannte Tier als Chirotherium oder Händetier. Man vermutet aber, daß es ein Amphibium aus der Ordnung der Stegocephalen oder Labyrinthodonten war.

Fig. J. stellt in verjüngtem Maße eine Sandsteinplatte von Hildburghausen mit den Fährten von Chirotherium dar. Die Vorderfüße sind kleiner als die Hinterfüße, welche letztere 20 cm Länge erreichen. In beiläufig derselben Schichthöhe fand sich zu Bernburg der wohlerhaltene Schädel eines Labyrinthodonten oder Stegocephalen, des Trematosaurus Brauni.

Der Muschelkalk von Deutschland, Lothringen und der Schweiz ist eine ausschließlich meerische Ablagerung, sehr arm an Pflanzenresten und mäßig reich an Resten von Meeresbewohnern. Letztere erfüllen in großer Individuenzahl einige Schichten oder Schichtenfolgen. Namentlich pflegen Muscheln oder Zweischaler in Menge sich abgelagert zu haben.

Wir betrachten einige Muschelkalkfossilien näher.

Fig. D. Encrinus liliiformis ist eine Crinoidee, die auf einem niedrigen Körper oder Kelch zehn Arme trägt. Diese erscheinen gewöhnlich zusammengeschlagen. Alsdann gleicht der Kelch mit den Armen einigermaßen einem Maiskolben. Kelche sind ziemlich selten, um so häufiger gewöhnlich die dicken walzigen, auf den Gelenkflächen grobgestrahlten Stielglieder oder sogen. Entrochiten. (Fig. D2 und D3). Diese erfüllen zuweilen ganze Bänke des Muschelkalks fast für sich allein.

Fig. F. Terebratula vulgaris ist ein Brachiopode mit glatter Schale und doppelt gefaltetem Stirnteile, eine sogen. Biplicate, wie deren auch im heutigen Meere noch leben. Diese Art ist in manchen Lagen des Muschelkalks häufig.

Häufig ist auch im Muschelkalk eine sehr ungleichklappige und verkrümmt-ungleichseitige Muschel

Fig. E. Gervillia socialis.

Fig. G. Pemphix Sueuri, ist ein langschwänziger Krebs oder Decapode des Muschelkalks — der lebenden Seekrebsgattung Palinurus ähnlich.

Wir gehen zum Keuper über.

In seinen Sandsteinen und Schieferthonen findet sich gewöhnlich ein großer Reichtum an Land- und Sumpfpflanzen, meist Gattungen angehörig, die auch schon im Buntsandstein auftraten. Es sind besonders baumartige Schachtelhalmgewächse der Gattung Equisetites, dann auch Farne und Cycadeen.

Fig. C Pterophyllum Jaegeri gehört zu den letzteren. Es findet sich namentlich im mittleren oder grünen Keupersandstein von Stuttgart. Der Wedel ist langgestielt und einfach gefiedert, bis 0,5 Meter lang. Die Fiederblättchen sind bandförmig und gehen von den Spindeln fast rechtwinkelig ab. Blattnerven zahlreich, einfach parallel.

Reste der Tierwelt führt der Keuper in mäßiger Zahl. Wir heben die im Keuper vorkommenden Ceratodus-Zähne hervor. Sie sind flächenhaft ausgebreitet und an der äußeren Seite in mehrere vorspringende Falten ausgezogen. Man hielt sie lange für Zähne einer besonderen Familie der Haifische, kennt jetzt aber auch eine noch lebende Art (Ceratodus Forsteri). Diese Art bewohnt Sümpfe von Australien und ist einer der wenigen noch lebenden Doppelatmer oder Dipnoen, die eine Mittelstellung zwischen Fischen und Amphibien einnehmen und bald durch Kiemen bald durch Lungen atmen.

Fig. H. Wir bilden den Schädel von Mastodonsaurus giganteus oder M. Jaegeri ab. Er gehört zu den Stegocephalen oder Labyrinthodonten und zwar zu denen mit knochenartigen gepanzerten Formen. Der Schädel wird etwa 65 Ctm. lang, er ist flach und abgerundet dreiseitig. Am breiten Hinterhaupt bemerkt man die zwei starken Gelenkhöcker, wie sie bei Amphibien und Säugetieren vorkommen (Condyli occipitales). Die Fangzähne dieses gepanzerten Amphibiums werden 8 Ctm. lang. Sie zeigen im Innern eine labyrintisch verschlungene Faltung. Ihr entspricht an der Außenseite eine starke Längsstreifung, deren Furchen die Falten sind. Von dieser zusammengesetzten Faltung der Zahnsubstanz kommt auch die Benennung Labyrinthodonten oder Wickelzähner. Wir bilden einen solchen Fangzahn eines Mastodonsaurus ab; s. Fig. H2. und H3.

Die Reptilien sind im Keuper zahlreich vertreten und zum Teil durch riesenhafte Gestalten.

Zu diesen gehört in erster Linie Zanclodon laevis aus dem oberen Keupermergel von Stuttgart. Das ganze Tier mag eine Länge von 9—10 Meter erreicht haben. Es war ein Dinosaurier mit stark zusammengedrückten, etwas zurückgebogenen Zähnen. Der Bezahnung nach war es ein Fleischfresser. Die letzten krallentragenden Zehen-Phalangen desselben wurden 10—15 Ctm. lang.

Belodon Kapffi aus dem weißen Keupersandstein von Stuttgart war ein Vorfahre der Krokodile und ebenfalls mit harten Hornplatten gepanzert. Die ganze Länge des Tiers wird zu 7 Meter abgeschätzt.

Aus dem Keuper stammen auch die ältesten bekannt gewordenen Funde von Säugetieren Es sind einzelne Zähne oder mit Zähnen besetzte Unterkiefer, die auf kleine Beuteltiere oder Marsupialien deuten. Hierher gehört Dromatherium aus dem Keuper von Nord-Carolina, man kennt davon den Unterkiefer, der dem eines Insekten fressenden Beuteltiers am meisten gleicht.

Fußspuren problematischer Festlandbewohner zeigen sich auf Schichtflächen des Keupersandsteins im Connecticutthale in Massachusetts, Nordamerika.

Fig. K. ist eine solche Sandsteinplatte, stark verkleinert. Sie stellt Ornithichnites giganteus dar. Diese Fußspuren sind dreizehig, wurden lange auf Vögel bezogen und Ornithichniten oder Vogelfährten genannt. Jedenfalls sind es Fährten von dreizehigen aufrechtgehenden Landtieren.

Man ist aber nach besserer Kenntnis der Ueberzeugung, daß sie nicht von Vögeln, sondern von aufrechtgehenden dreizehigen Dinosauriern herrühren. Man findet ebenda auch Abdrücke vierzehiger Füße, die andern Arten derselben Ordnung zuzuschreiben sind.

Ornithichnites giganteus gehört zu den größten der dreizehigen Fußabdrücke. Der Fuß erreicht hier eine Länge von etwa 0,63 Meter.

Fig. L. stellt einen solchen Fuß nach seinen Einzelheiten dar. Auf dieser letzteren Abbildung einer Sandsteinplatte bemerkt man auch sogen. „fossile Regentropfen". Es sind kleine rundliche Eindrücke auf den Schichtungsflächen. Man erklärt sie durch den Aufschlag fallender Regentropfen, die während der Ebbe auf das damalige schlammigsandige Ufer niedergingen, von der nächsten Flut aber mit Schlamm bedeckt wurden.

Im Alpengebiete erscheinen die drei Stufen der Trias-Formationen durch mehr oder minder abweichende Gesteinsbildungen vertreten. Namentlich finden sich hier an der Stelle des Keupers der Hallstätter Kalk und der darüber folgende Dachsteinkalk abgelagert. Es sind Absätze aus offenem Meere und durch eine reichliche Meeresfauna als solche bezeichnet.

Besonders sind einige Lagen des Hallstätter Kalks reich an schönen Ammoniten und einigen andern Schaltierresten.

Wir heben von ihnen nur den prachtvollen Ammonites Metternichi von Hallstatt hervor, der 0,6 Meter Durchmesser und darüber erreicht. Er bildet eine stark zusammengedrückte Scheibe mit schneidigem Rande.

Ähnlich wie in den Alpenländern zeigen sich die Trias-Gebilde auch im Himalaya, in der Sierra Nevada von Kalifornien und andern Teilen der Erde. Man muß darnach annehmen, daß sie hier die eigentliche Gestaltung von Meeresabsätzen und Meeresfauna darstellt. In Deutschland und einigen anstoßenden Gegenden aber war damals nur Festland, Sumpf und seichtes Meer vertreten.

Tafel VIII.

Das ideale Landschaftsbild der Triaszeit in Deutschland bringt folgende Pflanzen- und Tierformen zur Darstellung.

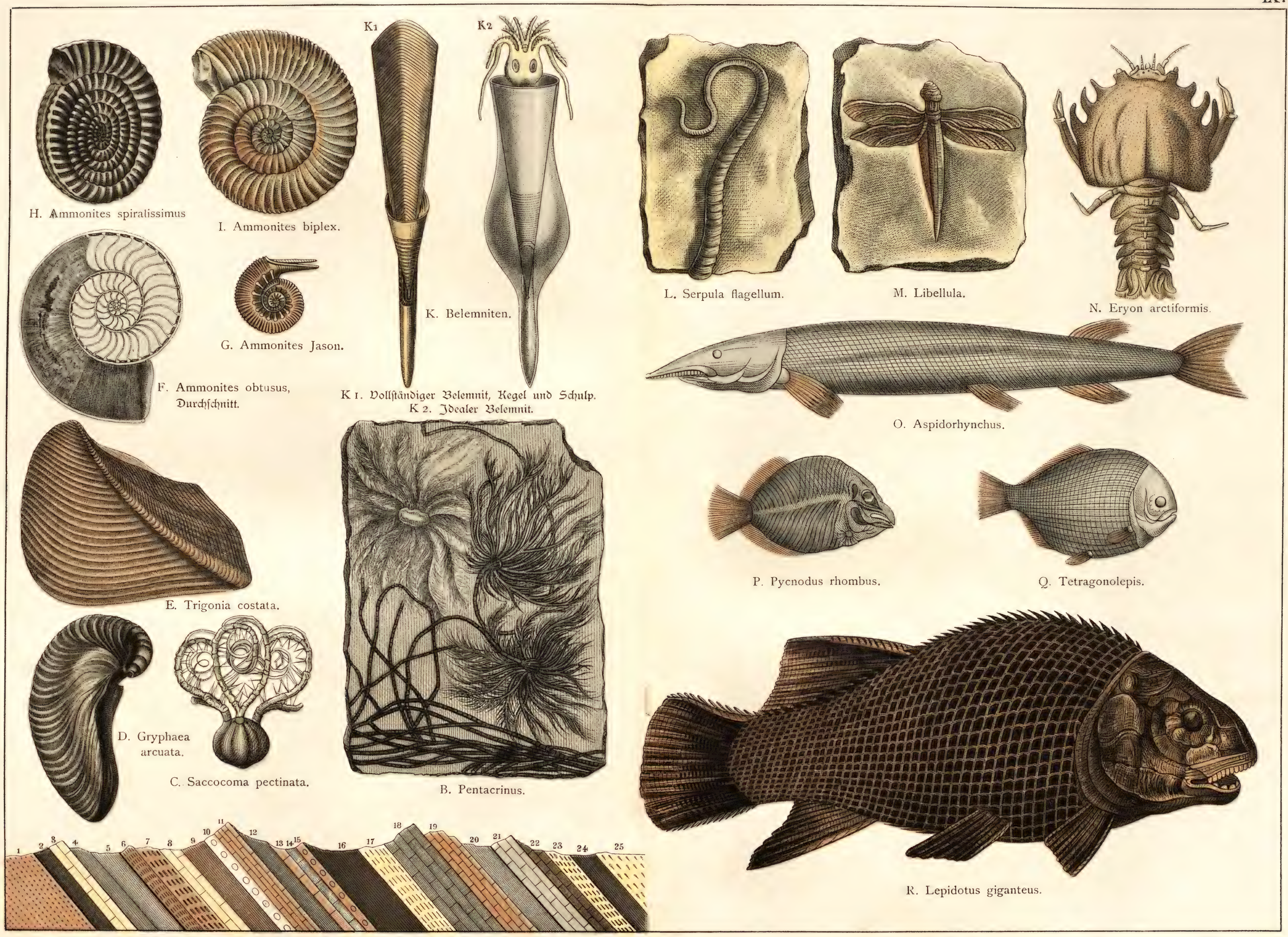
Fig. 1. Equisetites columnaris, ein baumartiger Schachtelhalm.

Fig. 2. Voltzia heterophylla, ein Nadelholz.

Fig. 3. Mastodonsaurus, ein Stegocephale oder gepanzertes Amphibium.

R. Owen dachte sich die Mastodonsauren und ihre Verwandte als schwanzlose Froschgestalten. Von ihr oder einem ihrer Verwandten leitete derselbe Paläontolog auch die (dem sog. Chirotherium zugeschriebenen) handähnlichen Fußtapfen des Buntsandsteins ab. Von diesem Gesichtspunkt aus stellt unsere Figur den restaurierten Mastodonsaurus dar. Neuere Funde ergeben indessen, daß viele Stegocephalen eine langgeschwänzte molchartige Gestalt besaßen und ziehen Owens Hypothese von der Froschform der Mastodonsauren den Boden unter den Füßen weg.

Fig. 4. Belodon Kapffi war ein Vorläufer der Gaviale und der Krokodile mit einem ungemein kräftig ausgebildeten Rückenpanzer von verknöcherten Hornschildern.



A. Idealer Durchschnitt der Juraformation in England.

1. Keuper. 2. Unterer Liasschiefer. 3. Gryphiten- oder unterer Liaskalk. 4. Liasmergel. 5. Oberer Liasschiefer. 6. Mergeliger Sandstein. 7. Eisen-Oolith. 8. Quader-Oolith. 9. Walkererde. 10. Plattenschiefer von Stonesfield. 11. Oolithenkalk. 12. Bradfordthon. 13. Mergel. 14. Bathonien, Oolithenkalk. 15. Callovien, Sandkalk. 16. Oxfordthon. 17. Kalkiger Sandstein. 18. Korallenkalk. 19. Eisen-Oolith. 20. Kimmeridge-Mergel. 21. Portlandkalk. 22. Purbeckschichten. 23. Hastingssand. 24. Wälderthon. 25. Kreide.

lange rätselhaft gewesenen, in sehr ungewöhnlichen Gestalten auftretenden Rudisten, die nur in eben dieser Formation vorkommen, einnimmt. Die eine von beiden Klappen ist kleiner, kugelig und am Meeresgrunde festgewachsen, die andere Klappe ist größer, spiral eingerollt und mit einem hohen Schloßzahn versehen, der in eine Grube der kleineren kugeligen unteren Klappe paßt. Der Deckel konnte vom Tiere darnach emporgehoben und wieder angezogen werden.

Daran schließen sich die Hippuriten und andere Rudisten, die von der gewöhnlichen Gestalt der Muscheln so weit abgehen, daß man sie eine Zeitlang für Korallen nahm, später den Brachiopoden zuzählte. Es sind aber Verwandte der lebend noch vertretenen Acephalengattung Chama.

Bei den Hippuriten und übrigen Rudisten war die eine ziemliche Größe (60 Ctm. und darüber) erreichende Unterklappe schlankkegelig oder sanft hornförmig gebogen, die Oberklappe aber ein flachkegeliger Deckel. Erstere war am Unterteil festgewachsen. Diese Rudisten finden sich nur in der Kreideformation, besonders in Frankreich und im Alpengebiete, z. B. am Untersberg und in der Gosau. Ihre Schalen bilden hier zuweilen ansehnliche Bänke. Spärlich vertreten sind sie auch in Sachsen und Böhmen.

Fig. J. Ancyloceras Matheronianum ist eine seltsam abweichende Ammonitengestalt aus der unteren Region der Kreideformation (Étage Néocomien) des südlichen Frankreich. Alle Umgänge liegen frei. Der Anfang des Gehäuses bildet eine freie Spirale von 2—3 Umgängen, dann streckt sich die Röhre gerade aus und schließlich tritt noch eine hakenförmige Umbiegung ein.

Die Belemniten sind in den Meeresablagerungen der unteren Abteilung der Kreideformation noch ziemlich zahlreich vertreten, verlieren sich dann aber allmählich.

In der Oberregion der Kreide erscheint zuletzt noch die von den echten Belemniten durch einen eigentümlichen Schlitz am Oberrande des Schnabels (oder des Rostrums) verschiedene Gattung Belemnitella.

Fig. L. stellt Belemnitella mucronata dar. Diese Art ist in der weißen Kreide noch verbreitet und reicht in die jüngsten Kreidelager herauf. Er ist der letzte bekannte Belemnit. Der Schnabel wird 9—10 Ctm. lang.

Von langschwänzigen Seekrebsen der Kreideformation bilden wir Glyphaea ornata ab, **Fig. M.**

Von Haifischzähnen der Kreideablagerungen bilden wir zwei Arten ab:

Fig. N1. Otodus appendiculatus und

Fig. N2. Corax pristodontus.

Fig. O. stellt den Rückenpanzer einer Seeschildkröte Chelonia Benstedi aus der Kreide von England in der Hälfte der natürlichen Größe dar.

Fig. P. Länger verweilen müssen wir beim Schädel einer sehr großen Meeres-Eidechse, des Mosasaurus Hoffmanni. Dieser im Jahre 1795 in der oberen Kreide des Petersbergs bei Mastricht gefundene Schädel hat eine Länge von etwa 1,25 Meter und zeigt einen mit zahlreichen, eigentümlich gestalteten, zurückgekrümmten Zähnen besetzten Rachen. Diese Zähne sitzen auf dickeren knochigen Sockeln, die an den Kiefern angewachsen sind. Die Körpergestalt war gestreckt und schlangenartig, die Gliedmaßen kurz und ruderförmig. Mosasaurus Hoffmanni erreichte eine Länge von etwas über 6,5 Meter. In Nordamerika erscheinen die Mosasauren durch eine größere Anzahl von Arten in der Kreideformation der Rocky Mountains vertreten. Sie erreichten hier an 18 Meter Länge.

Mit Abschluß der Kreideformation erloschen die Mosasauren, die Ichthyosauren, die Plesiosauren, die Dynosaurier, sowie die Pterodactylen und es endet damit die bisher noch augenfällig verbliebene Vorherrschaft der Reptilien im Meere wie auf dem Festlande.

Die Pterodactylen oder Pterosaurier zeigen in der Kreide vor ihrem Untergang zuletzt noch riesige Arten. Im Grünsand von Cambridge in England fanden sich Pterodaktylenreste, die auf eine Flugspannweite von etwa 6 Meter deuten. Pteranodon, ein zahnloser Pterodactyle der Kreide von Kansas in Nordamerika wurde noch größer und erreichte die Spannweite von 7,5 Meter

Von Vögeln kennt man aus der Kreideformation bereits eine Reihe von Funden, darunter aus Kansas zwei Gattungen von Zahnvögeln, Hesperornis und Ichthyornis. Letztere Gattung hatte auch noch sogen. Fischwirbel.

Fig. B und C sind auf Seite 36 beschrieben.

Tafel XIII.

Unser ideales Landschaftsbild der Kreidezeit vereinigt eine Gruppe von gewaltigen Dinosauriern, deren Reste sich meistens in den Ablagerungen der Wealdenstufe von England erhalten haben. Im Vordergrund rechts bewegt sich schleichend

Fig. 1. ein riesenhafter fleischfressender Dinosaurier (Megalosaurus, Großsaurier) und läßt das mit zahlreichen Zähnen besetzte Gebiß erkennen. Links gewahren wir

Fig. 2. den pflanzenfressenden Dinosaurier Iguanodon, der mindestens eine Länge von 10 Meter erreichte. Seine Hintergliedmaßen sind länger als die vorderen. Unser Bild stellt ihn in kriechender Haltung dar, man nimmt aber neuerdings an, daß er aufrecht auf den Hinterbeinen einherschritt. Neben ihm sieht man

Fig. 3. den Hylaeosaurus, ebenfalls einen pflanzenfressenden Dinosaurier, dem man eine dornige Rückenkante zuschreibt. Jenseits von diesem Ungetüm schreitet ein langgeschwänzter Dinosaurier aufrecht auf den langen Hinterbeinen einher. Ein Nordamerikaner ist

Fig. 4. der Laelaps oder Dryptosaurus aus dem Grünsand von New-Jersey. Er nähert sich einem Pterodactylus, der erschreckt sich anschickt aufzufliegen. In einiger Entfernung in der See bemerken wir zwei schwimmende Reptilien in kampfbereiter Stimmung. Das eine derselben mag

Fig. 5. der Mosasaurus sein, das andere

Fig. 6. Elasmosaurus platyurus, ein Nebenbuhler desselben im räuberischen Gewerbe.

Als Vertreter des Waldwuchses in der Kreidezeit erblicken wir zur Rechten einen mächtigen pandanenartigen Monocotyledonenbaum und am Fuße desselben eine große laubige Farnenart. Dahinter sieht man drei schlanke Palmen aufsteigen. Diese Vegetation trägt noch einen tropischen Charakter, wie jene der Juraformation und der älteren Systeme.

Die tertiäre Epoche

folgt auf die letzten Ablagerungen der Kreideformation unter mancherlei Gegensätzen, die wir oben Seite 20 schon ausführlich erörterten. Von da an kommt das Festlandgebiet näher und näher mit der heutigen Gestaltung desselben überein. Die heutige Richtung und Ausbreitung der Gebirge tritt mehr und mehr hervor. Namentlich erlitten die Pyrenäen und die Alpen um die Mitte der Tertiärepoche beiläufig ihre heutige Gestaltung und bildeten von da an einen mächtigen Wall zwischen dem Norden und dem Süden von Europa, der von da an eine maßgebende klimatische Grenze darstellte und besonders auch seither der weiteren Verbreitung der Landpflanzen und Landtiere von Europa in nordsüdlicher Richtung ein gebieterisches Hindernis entgegenstellte.

Die polare Abkühlung des Erdballes, in der Kreidezeit schon genügend erweisbar, wird während der tertiären Zeit von Stufe zu Stufe mehr und mehr augenfällig und äußert sich namentlich in der Verschiebung der Pflanzen

und Tiere, die von der Nordpolar-Region in der Richtung nach dem Äquator vorrückten.

Die Polargegenden vereisten im Verlauf dieser Abkühlung, aber die Aequatorialregion scheint in demselben Zeitabschnitt ihre gleiche Temperatur fortbehauptet zu haben.

Im Meer und auf dem Festland bringen diese Veränderungen und Gegensätze mächtige Wirkungen auf die Flora und Fauna hervor. Im großen äußern sie sich im Niedergang der Reptilienwelt, sowie in der immer wachsenden Zunahme der Dicotyledonen, der Knochenfische und der Säugetiere. Ueberhaupt nähert sich im Verlaufe der tertiären Zeiten alles auf Erden mehr und mehr dem heutigen Stande der Dinge und keine scharfe Grenze scheidet die tertiäre von der quartären und diese von der jüngsten Epoche.

Wir betrachten zunächst einige tertiäre Pflanzenarten, sowohl des Meeres als des Festlandes.

Tafel XII **Fig. B.** Die Diatomeen oder kieselpanzerigen Algen sind mikroskopisch kleine einzellige Pflanzen, welche einen äußeren starren Kieselpanzer ausscheiden und sowohl im Meere als auch auf dem Festlande, hier in Binnenseen, Sümpfen und auch wohl in fließendem Wasser leben. Ihr mannigfach gestalteter und gewöhnlich verzierter Kieselpanzer ist in ausgezeichneter Weise der fossilen Erhaltung fähig. Sie erscheinen daher einerseits im kalkigen Schlamm der Meerestiefen vertreten, andererseits setzen sich ihre festen Teile aus Sümpfen ab und bilden hier oft ansehnliche Lager. Endlich werden sie auch von Flüssen herabgeführt und dann von diesen vor ihren Mündungen wieder abgesetzt.

Die Diatomeen treten in den älteren und den mittleren Formationen nur spärlich oder gar nicht hervor. Ihre zarten Kieselpanzer sind im Verlaufe der chemischen Umsetzung, welche jede Felsart früher oder später erleidet, vielfach wieder aufgelöst worden und verschwunden. Erst um die mittlere Stufe der tertiären Epoche werden ihre Reste häufiger gefunden.

Unsere Abbildung zeigt ein Gewimmel von größeren und kleineren Arten in teils ganzen Exemplaren, teils unkenntlichen Bruchstücken. Die große Art in der Mitte der Gruppe ist eine Navicula. Der Panzer hat bei dieser Gattung die Gestalt eines Schiffchens (lateinisch navis, das Schiff). Im Leben bewegt sich die Alge in der Richtung ihrer Längsachse bald vor- bald rückwärts.

Tafel XII. **Fig. C.** Chondrites Targioni oder Fucoides Targioni ist eine meist zweizellig verzweigte Meeresalge aus dem Fucoidensandstein oder Flysch der Alpen und der Karpathen, wo sie ausgedehnte Schichten in Mengen überzieht.

Tafel XIV.

Fig. B. Delesserites Gazolanus aus dem untertertiären Plattenkalke vom Monte Bolca bei Verona ist eine laubige, die äußeren Formen von Laubholzblättern nachahmende Meeresalge. Sie gleicht einem unregelmäßig fiederlappigen Eichenblatt.

Fig. C. Unsere Abbildung stellt eine an Dicotyledonenblättern und zugleich an Insekten reiche Schieferplatte aus der kalkigen Süßwasser-Ablagerung von Oeningen am Bodensee dar. Am meisten in die Augen fällt das gefiederte Blatt **Fig. 2.** Es ist das Podogonium Knorri, eine Leguminose (Schotenpflanze) aus der Verwandtschaft der heutigen Cäsalpinien.

Fig. 1. ist die dazugehörige Frucht, eine einsamige Schote.

Fig. 3. ist ein Zweig von Cinnamomum Scheuchzeri und

Fig. 4. ein Blatt von Andromeda protogaea. Das große Blatt

Fig. 5. ist Sapindus falcifolius aus einer mit der Roßkastanie verwandten Gattung und

Fig. 6. ein Blatt von Salix lancifolia. Unter den auf derselben Platte erhaltenen Insekten bemerken wir namentlich die Larve von einer Libelle oder Wasserjungfer, Libellula, **Fig. 7.** und eine geflügelte Ameise **Fig. 8**

Wir wenden uns zu den Foraminiferen oder Rhizopoden (oben Seite 34) der unteren tertiären Meeresablagerungen.

Fig. D. stellt eine Platte von Nummulitenkalk dar. Dieses Gestein berührten wir schon oben Seite 20.

Die Nummuliten sind ziemlich große linsenförmige oder scheibenförmige Rhizopodengehäuse mit mehr oder weniger zugeschärftem Rande und mit meist glatter, häufig auch mit erhöhten Wärzchen und zuweilen mit gebogenen Linien bedeckter Oberfläche.

Eine der verbreitetsten Arten ist Nummulina nummularia (N. complanata), die bei Vicenza in Italien, bei Cairo in Ägypten und anderer Orten vorkommt und ansehnliche Kalklager zusammensetzt.

Fig. E1. zeigt ihre Oberfläche.

Fig. E2. ist ein Median- oder Horizontalschnitt und zeigt die zahlreichen in einer Spirale einander folgenden Einzelkammern oder Wohnzellen der Tier-Individuen, die hier einst eine verwachsene Familie oder Kolonie darstellten.

Die Nummuliten hießen bei den älteren Geologen auch Münzensteine (nummus, Münze). Herodot kannte schon ihr reichliches Vorkommen in Aegypten und hielt sie für versteinerte Linsen.

Andere viel kleinere und etwas anders gebaute Foraminiferen aus tertiären Lagern sind

Fig. 5. Robulina echinata von Baden bei Wien und den Subappeninen in Italien.

Fig. 6. Rotalia Partschiana in der Vorderansicht und

Fig. 7. in der Seitenansicht, von Baden bei Wien und

Fig. 8. Amphistegina Haueri, von Nußdorf bei Wien.

Die letzteren drei Arten sind in mehrfacher Vergrößerung dargestellt.

Fig. F. Cerithium gigantheum ist eine sehr große Meeresschnecke aus den unteren Tertiärschichten von Grignon und andern Orten bei Paris. Sie wird gegen 0,5 Meter lang. Unsere Abbildung stellt sie verkleinert dar.

Wir wenden uns zu den tertiären Fischen. Unter ihnen bemerken wir nur noch wenige Ganoiden oder Schmelzfische. Dahin gehören die Pycnodus-Arten des untertärtiären Plattenkalks vom Monte Bolca bei Verona. Diese Gattung wurde schon bei den jurasischen Vossilien, oben Seite 33 erörtert.

Desto mehr treten hier die echten Knochenfische oder Teleostier in den Vordergrund. Wir bilden zwei Arten von ihnen ab.

Fig. J. Lebias cephalotes ist ein kleiner Fisch aus der Familie der Cypronodonten oder reichlich bezahnten Karpfen, welcher sich häufig in der tertiären Süßwasserbildung zu Aix in der Provence findet und oft kaum 3 Centimeter Länge erreicht.

Fig. H. Platax altissimus findet sich im untertertiären Plattenkalk des Monte Bolca und ist ein Meeresbewohner von kurzer hoher Gestalt mit außerordentlich starker Ausbildung der Rückenflosse. Verwandte Arten derselben Gattung leben noch im roten Meere und im indischen Meer.

Unter den Resten von Amphibien aus tertiären Schichten ist seit Anfang des vorigen Jahrhunderts am meisten das Skelett des Andrias Scheuchzeri oder Cryptobranchus primigenius, welches etwa über einen Meter Länge, bis zu 126 Ctm. erreicht, in die Augen gefallen. Er stammt aus dem mitteltertiären Kalkschiefer von Oeningen



D. Nummulitenkalkplatte.

1. Nummulites nummularia von oben. 2. Horizontal durchschnitten.

3. 4. Nummulites planulata von oben. von der Seite. 5. Robulina echinata.

6. 7. Rotalia Partschiana. 8. Amphistegina Haueri.

E. Nummuliten und Verwandte.

H. Platax altissimus.

J. Lebias cephalotes.

F. Cerithium giganteum.

B. Delesserites Gozolanus.

C. Kieselschieferplatte mit Abdrücken.

1. 2. Blätter und Frucht von Podogonium Knorrii. 3. Blätter von Cinnamomum Scheuchzeri. 4. Blatt von Andromeda protogaea. 5. Blatt von Sapindus falcifolius. 6. Blatt von Salix lancifolia. 7. Libellenlarve. 8. Ameisen.

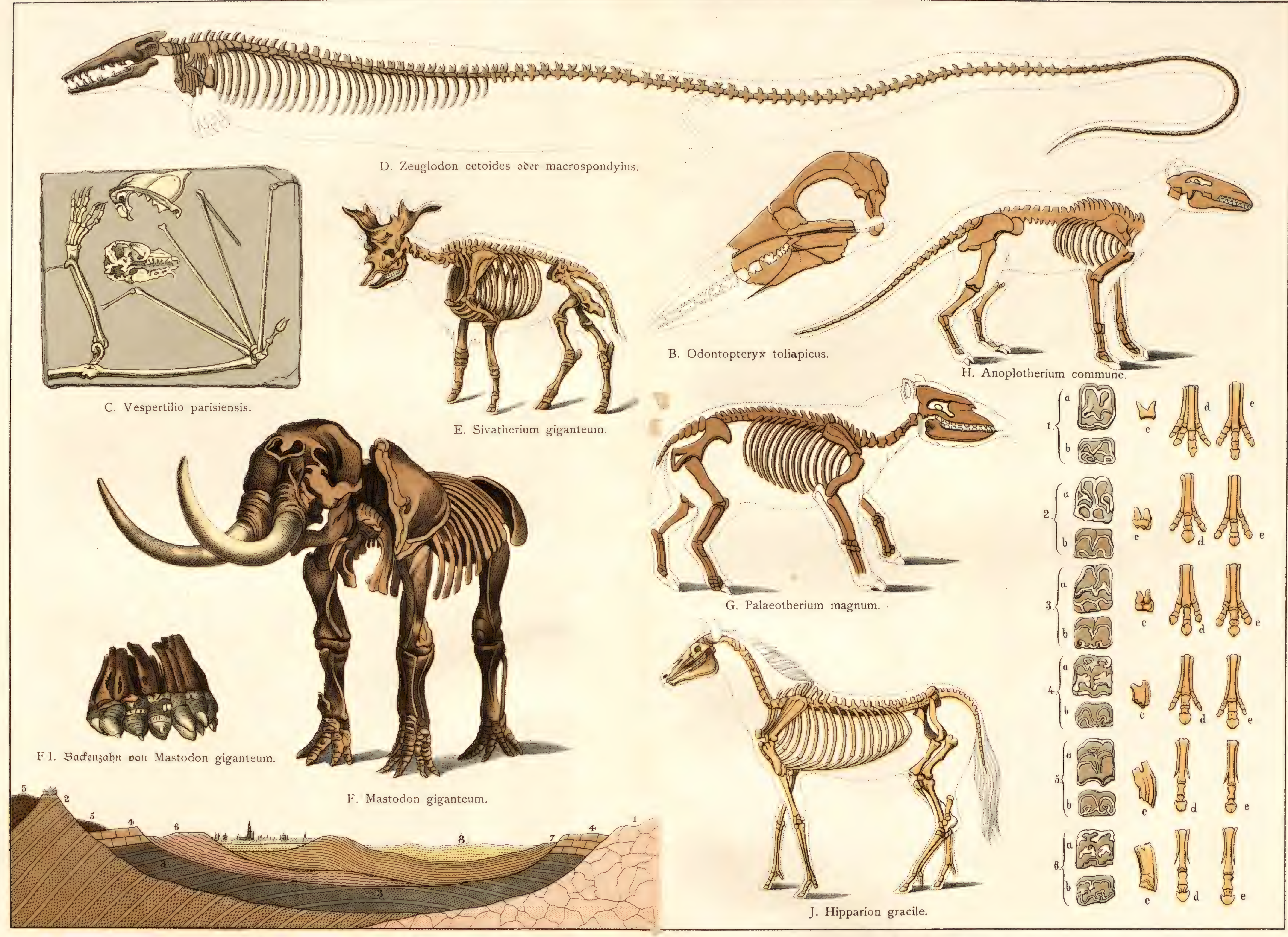
K. Platte mit Vogelabdruck.

G. Skelett des lebenden Cryptobranchus japonicus (verwandt mit dem fossilen Andrias Scheuchzeri).

L. Mesopithecus pentelicus.

A. Durchschnitt des Pariser Beckens.

1. Weiße Kreide. 2. Eisenkalk. 3. Plastischer Thon. 4. Grabkalk. 5. Sandstein von Beauchamp. 6. Kieselkalk von St. Ouen. 7. Strontian- und Gipsmergel. 8. Sandstein von Fontainebleau. 9. Mühlsteine von Montmorency. 10. Diluvium.



A. Durchschnitt des Wiener Beckens.

1. Krystallinische Gesteine des Leithagebirges. 2. Sandsteine des Wiener Waldes. 3. Conglomerat. 4. Leithakalk. 5. Mariner Sand und Tegel (Thon). 6. Brackwasserbildungen (sarmatische Stufe). 7. Süßwasserbildungen (Pliocän). 8. Diluvium.

K. Zur Entwicklungsgeschichte des Pferdes.

a. Oberer Backenzahn. b. Unterer Backenzahn. c. Derselbe von der Seite. d. Vorderfuß. e. Hinterfuß von:
1. Orohippus (im Eocän). 2. Mesohippus (im unteren Miocän). 3. Miohippus oder Anchitherium (im oberen Miocän). 4. Protohippus oder Hipparion (im unteren Pliocän). 5. Pliohippus (im oberen Pliocän). 6. Equus (Jetztzeit).

im badischen Seekreis. Der Züricher Naturforscher Scheuchzer hielt es für das Gebein eines vorsündflutlichen Menschen und beschrieb es unter der Bezeichnung „Homo diluvii testis" (der Mensch als Zeuge der Sündflut). Es ist indessen nichts anderes als das Skelett einer molchartigen nackten Amphibienart. Ihr nächster lebender Verwandter ist der auf Japan in Gebirgsseen noch lebende

Fig. G. Cryptobranchus japonicus, der gegen ein Meter lang wird. Wir bilden das Skelett der lebenden Form ab.

Fig. K. stellt einen Überrest von einem Vogel aus dem tertiären Süßwassergyps des Montmartre bei Paris dar.

Tafel XV.

Fig. B. Odontopteryx toliapicus ist der Schädel eines Seevogels aus dem untertertiären Thon von Sheppey, England. Er ist ausgezeichnet durch sägeartig gezähnte Kieferränder. Es ist aber keine wahre Bezahnung.

Die Säugetier-Fauna der tertiären Epoche ist unabsehbar reich und bietet mancherlei seltsame und zum Teil auch riesenhafte Gestalten. Wir können nur eine kleine Anzahl derselben, und zwar meist Europäer, hier vorführen.

Fig. G. Palaeotherium magnum, aus dem tertiären Süßwassergyps des Montmartre bei Paris ist nach dem ganzen Skelett bekannt und gehörte zu den unpaarzehigen Hustieren (Ungulata perissodactyla). In der heutigen Säugetier-Fauna sind seine nächsten Verwandten die Tapir-Arten von Brasilien und von Südasien. Die abgebildete Art erreichte die Größe eines Pferdes. Die Schnauze war rüsselartig verlängert wie beim Tapir.

Fig. H. Anoplotherium commune stammt ebenfalls aus dem Pariser Gyps und ist gleicherweise dem ganzen Skelett nach bekannt. Es war etwas kleiner als vorige Art. Die Zehenbildung ist hier paarig und die Anoplotherien gelten darnach als nahe Verwandte des ältesten Stammes der damals noch nicht in der heutigen Ausbildung vertretenen Wiederkäuer. Es waren ziemlich hochbeinige langgeschwänzte Tiere und mögen Sümpfe und nasse Niederungen bewohnt haben.

Fig. J. Hipparion gracile, auch Hippotherium genannt, führt uns zur Familie der Pferde oder Equiden und zu ihrer Stammesfolge von der älteren Tertiärzeit an bis zu den heute lebenden Equus-Arten. Es war ein Tier von der Größe und Gestalt des heutigen Zebras. Sein Hauptvorkommen ist zu Pikermi bei Athen, außerdem fand es sich in den oberen Tertiärschichten zu Inzersdorf bei Wien, zu Eppelsheim bei Worms u. a. O.

Hipparion ist einer der Stammväter des Pferdes; doch setzen die nordamerikanischen Paläontologen an seine Stelle eine sehr ähnliche, in Nordamerika in gleicher Schichtenhöhe vertretene Gattung Protohippus. Unsere nordamerikanischen Kollegen betrachten überhaupt das Pferd als eine in Nordamerika entstandene Gatttung und erkennen auch nur nordamerikanische Vorfahren derselben an.

Fig. K. gibt nach dieser letzten Ansicht eine Darstellung der allmählichen Entwicklung der Pferdegattung nach der Ausbildung der ursprünglich in der Fünfzahl angelegten hinteren und vorderen Fußknochen, sowie der gleichzeitigen Umgestaltung der Schmelzfalten der Backenzähne. Die beigefügten Buchstaben bedeuten

a. oberer Backenzahn,
b. unterer Backenzahn,
c. derselbe von der Seite gesehen,
d. Vorderfuß,
e. Hinterfuß.

Die Ziffern geben die Namen der Gattungen an.

1. Orohippus (im Eocän von Nordamerika).
2. Mesohippus (im unteren Miocän ebenda).
3. Miohippus (im oberen Miocän, ebenda als Stellvertreter der europäischen Gattung Anchitherium).
4. Protohippus (im unteren Pliocän von Nordamerika als Stellvertreter der europäisch-asiatischen Gattung Hipparion).
5. Pliohippus (im oberen Pliocän von Nordamerika) und **6.** Equus, die Pferdegattung der Gegenwart.

Die Vorfahren des Pferdes waren also einst Fünfzeher. Sie wurden dann durch allmählichen Verlust der äußeren Zehen umgestaltet. Die heutigen Pferde sind Einzeher oder Einhufer. Dies ist durch die reichen amerikanischen Funde von Cope, Marsh und anderen endgiltig dargethan worden.

Fig. E. Sivatherium, aus den tertiären Schichten der Sivalikberge in Ostindien, war ein den Giraffen wahrscheinlich zunächst verwandter Wiederkäuer, der die Größe eines Elephanten erreicht haben mag. Der Schädel zeigt zwei Stirnzapfen und dahinter zwei andere kurze Hervorragungen. Ueber die natürliche Verwandtschaft dieses Ungetüms und die Herstellung seiner früheren Körpergestalt sind verschiedene Ansichten geltend gemacht worden. Unsere Figur erteilt ihm ein gewaltiges Geweih.

Die Gattung Mastodon oder Zitzenzahn begreift die Vorfahren der Elephanten und ist erloschen. Es waren große Rüsseltiere, wie letztere, aber sie führten außer zwei mächtigen Stoßzähnen (umgestalteten Schneidezähnen) im Zwischenkiefer auch noch zwei kleinere Stoßzähne im Unterkiefer, die übrigens früher oder später ausfielen. Die Backenzähne trugen mehr oder weniger zahlreiche zitzenförmige oder gerundetkeglige Höcker, ähnlich denen mancher älterer unpaarzehiger Hustiere (wie z. B. Lophiodon). Man kennt auch vermittelnde Formen zwischen Mastodon und Elephas, welche die Abkunft der letzteren Gattung von ersterer deutlich erweisen.

Fig. F. stellt eine quartäre Mastodon-Art (das nordamerikanische Mastodon giganteum) dar.

Fig. 1. ist ein Backenzahn desselben.

Fig. D. Zeuglodon cetoides ist das Skelett eines sehr großen Seesäugetiers aus der Verwandtschaft der heutigen Robben und Delphine. Die vorderen Gliedmaßen sind kurz und flossenförmig; die Finger waren aber noch frei beweglich. Zeuglodon cetoides ist nach einem vollständigen Skelett aus den unteren Tertiärschichten von Alabama in Nordamerika bekannt und mag etwa 20 Meter Länge erreicht haben. Früher schrieb man ihm eine noch ansehnlichere Länge zu.

Fig. C. Vespertilio parisiensis ist eine kleine Fledermaus aus dem Süßwassergyps des Pariser Beckens.

Tafel **XIV. Fig. L.** Mesopithecus penthelicus ist ein nach dem ganzen Skelett bekannter langschwänziger Affe aus dem obertertiären Knochenlager von Pikermi bei Athen. Er hatte eine den Meerkatzen oder Cercopithecus-Arten von Südasien ähnliche Gestalt.

Noch gegen Ende der zwanziger Jahre hatte Cuvier behauptet, es gäbe gar keine fossile Affen, aber es verging noch kein Jahrzehnt und man kannte schon den Affen von Pikermi und noch zwei weitere Arten. Jetzt kennt man eine ganze Reihe fossiler Affenarten aus Europa, Asien und Amerika.

Darunter befindet sich auch der bezahnte Unterkiefer des Dryopithecus Fontani aus den mittleren Tertiärschichten von St. Gaudens (Dept. Haute Garonne). Er gehört bereits zu den Antropoiden oder menschenähnlichen Affen. Vereinzelte Backenzähne der Gattung Dryopithecus aus dem Bohnerz der Schwäbischen Alb (derselben Schichtenhöhe) hat man früher für Menschenzähne gehalten, denen sie allerdings auch schon sehr nahe kommen.

Tafel XVI.

Das ideale Landschaftsbild der Tertiärzeit vereinigt eine Anzahl großer, teils das feste Land bewohnender, teils auch Sümpfe liebender Säugetierarten, die freilich in Wirklichkeit keine genaue Zeitgenossen waren.

Fig. 1. Palaeotherium magnum ist eben im Begriff ein Schilfdickicht zu durchwaten.

Vor ihm und in tieferem Wasser treibt sich ein Flußpferd oder Hippopotamus. **Fig. 7.** — vielleicht die damals in Süd- und Mitteleuropa reichlich verbreitete Art Hippopotamus major — umher.

Zur Linken sieht man aus einem Palmenhain ein Rudel leichtfüßiger Hipparionen hervorstürmen. Es ist Hipparion gracile, **Fig. 9.**

Unmittelbar vor ihnen dem Ufer nahe gewahren wir eine schlanke Giraffe

Fig. 8. Cameleopardalis. Sie war einst zusammen mit einem nahen Verwandten, dem etwas untersetzteren Helladotherium in Südeuropa verbreitet.

Zu ihrer rechten grast ein Rudel langhörniger Antilopen mit den Hipparionen und Giraffen zusammen, einst Bewohner Europas.

Im Begriffe ins Wasser zu gehen, sehen wir weiter rechts

Fig. 6. ein Nashorn oder Rhinoceros. Es ist eine der Arten mit einzigem Horn.

Ganz vorn zeigt unsere Landschaft am grünen Strand auch noch ein paar große Frösche und

Fig. 10. den Oeninger Riesenmolch Andrias.

Vorn zur Rechten gewahren wir die riesige Gestalt eines plumpgebauten grobknochigen Rüsseltiers, das offenbar am besten an schilfreichen Ländern von Flüssen und Sümpfen gedeihen mochte. Es ist

Fig. 4. das Dinotherium giganteum, ein Seitenverwandter des Tapirs und des Mastodon, mit denen er die Höcker der Backenzähne gemeinsam hat. Aber von beiden unterscheiden ihn die mächtigen nach unten gebogenen Stoßzähne des Unterkiefers, mit denen er wahrscheinlich nahrungsreiches Wurzelwerk am Wasserrande hervorwühlte. Der zu Eppelsheim bei Worms ausgegrabene Schädel dieses der heutigen Säugetierfauna gänzlich fremden Rüsseltiers erreichte eine Länge von etwa über einen Meter.

Weiter hinten sehen wir

Fig. 2. das schwerfällige Lephiodon, welches halb Schwein halb Flußpferd auch in diese Gattung gehört.

Mitten in der Landschaft treibt sich ein Rudel von Mastodonten umher.

Fig. 5. Mastodon longirostris, mit vier Stoßzähnen, zwei großen nach vorn gerichteten im Oberkiefer und zwei ähnlichen kleineren im Unterkiefer.

Neben ihnen sehen wir

Fig. 3. Anoplotherium commune am Strande wandeln. Es ist genau genommen eigentlich kein Zeitgenosse der Mastodonten, sondern etwas älter und ein Gesellschafter der Paläotherien, mit denen seine Gebeine im Gyps des Montmartre zusammen gefunden werden. Die rechte Seite der Darstellung nimmt eine Waldung ein. Wir unterscheiden in ihr Laubhölzer, Palmen und Araucarien. Ein Bewohner dieser Waldgegend ist der langgeschwänzte Affe von Athen,

Fig. 11. Mesopithecus penthelicus

Die quartäre Epoche

ist, wie wir bereits oben Seite 21 auseinander setzten, durch keine über die ganze Erdoberfläche hinaus zu verfolgende Grenze von der tertiären geschieden, und wir nehmen anstatt einer solchen, ohne Anspruch auf Unfehlbarkeit zu erheben, das Erscheinen der sogen. Waldschicht (the forest bed) des südöstlichen Englands, da mit dieser eine namhafte Einwanderung von Säugetieren aus dem Osten, (wie es scheint aus dem südlichen Teil von Sibirien,) nach Europa stattfand und sich daselbst auch zum Teile fort erhielt.

Die quartäre Epoche ist in Europa überhaupt die Zeit einer vorübergehenden aber sehr tief eingreifenden Abkühlung des Klimas, die besonders zu einer weitgehenden Vergletscherung der Hochgebirge führte und auf die Pflanzen- und Tierwelt unseres Erdteils einesteils vernichtend, andernteils verschiebend wirkte.

Schon im Verlaufe der tertiären Zeit zeigen sich die Wirkungen einer allmählichen Abkühlung des Klimas, namentlich in den obertertiären Meeresablagerungen des südöstlichen England. Die Hochgebirge entwickelten dann ungeheure Gletschermassen, deren vorrückende Stirnen sich weit in die Thäler und die vorliegenden Ebenen ausgossen. Moränenschutt und Wanderblöcke, von den allmählich aber mit unwiderstehlicher Gewalt vorrückenden Gletscherströmen getragen, verbreiteten sich weit im Umkreis der Gebirge und hinterblieben, als die Eiszeit wieder ein Ende nahm, als sprechende Beweise von einer ehemaligen, aber inzwischen vorübergegangenen Überwucherung der Hochgebirgsgletscher.

Im Verlaufe der wieder nachlassenden Kälte wanderte auch der Mensch in Europa ein, wahrscheinlich aus dem südlichen Sibirien.

Überhaupt verläuft die europäische Eiszeit so allmählich in die Gegenwart, daß es noch keinem Geologen oder Paläontologen geglückt ist, eine irgend haltbare Grenze zwischen beiden Epochen zu ziehen. In früheren Jahrzehnten nahm man das Erscheinen des Menschen als Grenze von Diluvium und Alluvium, aber diese Vorstellung ist seither hinfällig geworden.

Die Pflanzenwelt der quartären und diluvialen Epoche weicht nur wenig von der der Gegenwart ab. Wohl aber sind mit Eintritt der Eiszeit eine Anzahl von arktischen Pflanzenarten weiter nach Süden vorgedrungen und darnach mit Wiederkehr des milderen Klimas, dem Rückzug der Gletscher folgend, auf die Hochgebirge emporgestiegen, wo sie heute noch sitzen. So zeigt die skandinavische Bergflora eine auffallende Uebereinstimmung mit der der Alpen und der Karpaten. Diese sind gleichsam Kolonien der arktischen Flora, jetzt von der alten Heimat getrennt durch Gebiete milderen Klimas.

Aehnliche Wanderungen vollzogen sich in Europa im Verlaufe der Eiszeit und des Wiedereintritts milderer Witterung seitens der Tierwelt, namentlich in ausgezeichneter Weise der des Festlands.

Die niedere Tierwelt macht sich unter den quartären Funden nur wenig bemerklich. Am meisten fällt noch die Landschneckenfauna des Lößes oder mergeligen Lehms in die Augen und sie enthält mehr kälteliebende Arten.

Tafel XVII.

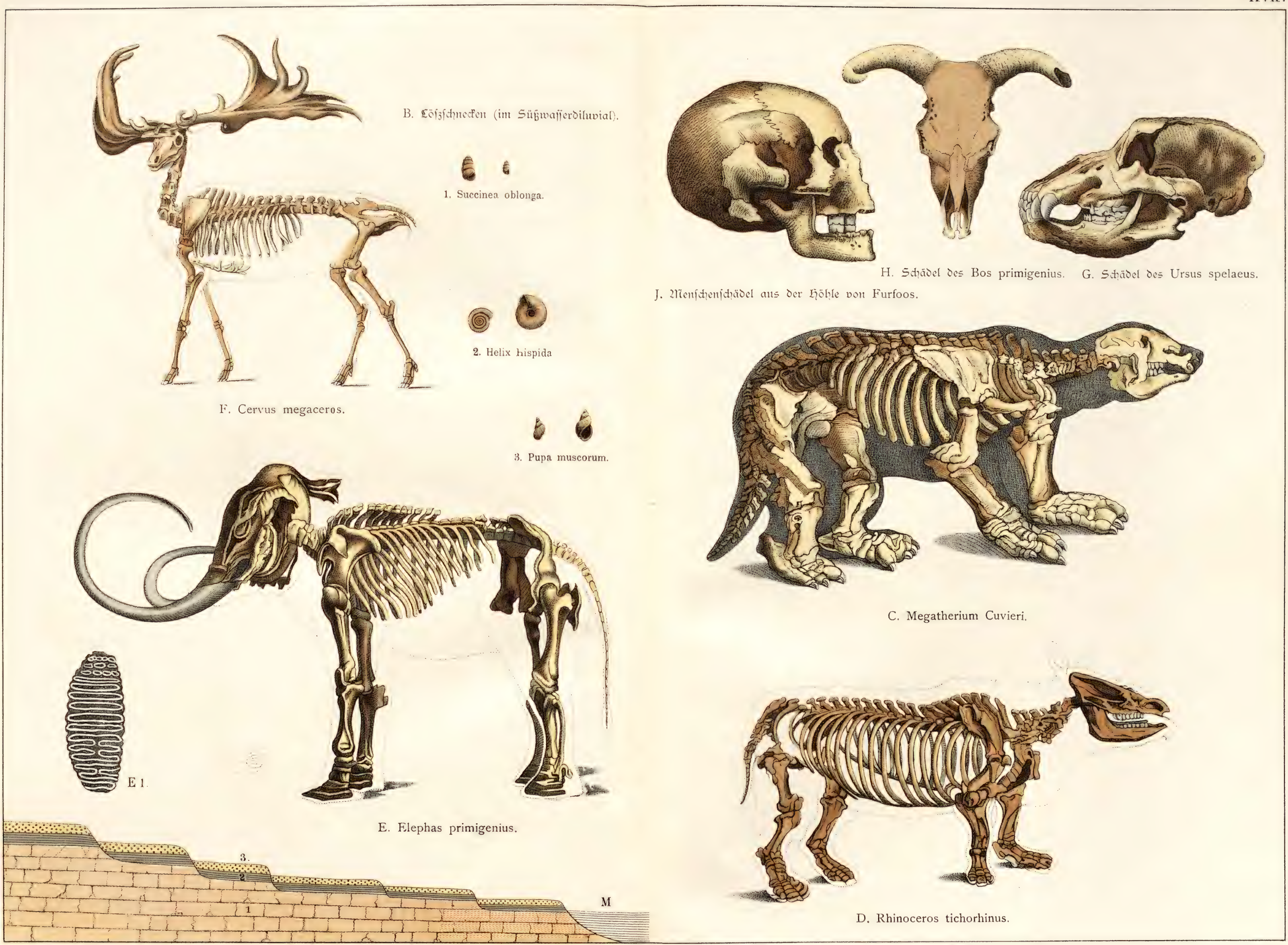
Wir betrachten drei dieser Löß-Conchilien. Alle drei sind heute noch lebende Arten.

Fig. B1. Succinea oblonga ist gewöhnlich die häufigste Art im Löß, aber als lebende Art nur spärlich bei uns vertreten, häufiger in kühleren regnerischen Klimaten.

Fig. B2. Helix hispida, lebt noch häufig auf feuchten Wiesen und an schattigen Stellen.

Fig. 3. Pupa muscorum bewohnt derzeit mehr trockene Wiesen und grasige Abhänge.

Unter den Säugetier-Arten von Europa im Verlaufe der quartären Epoche bemerkt man neben solchen, die dem heutigen Klima entsprechen — wie Hirsch, Reh,



A. Terassenförmige Diluvialbildungen in Patagonien.
1. Sandstein. 2. Thon. 3. Kies. M. Meer.

Wolf und Fuchs — auch eine Anzahl von Arktikern, die einem viel kühleren Klima angehörten.

Das Ren oder Renntier, Cervus tarandus, weidete damals in ganz Mitteleuropa bis zum Fuß der Alpen und der Pyrenäen.

Ebensoweit in Europa verbreitet mit voriger Art war der Mammut, Elephas primigenius, ursprünglich ein Bewohner der südlichen bewaldeten Gegenden von Sibirien. Er war Bürger eines gemäßigten kühlen Klimas und konnte einen mäßig kalten Winter sicherlich noch ertragen. Beweis dafür ist der zottige Pelz, der sich an einer, im gefrorenen Boden des nördlichen Sibiriens erhaltenen Leiche dieses Elephanten noch vorfand. Damals hatte Sibirien wahrscheinlich einen milderen Winter und einen kühleren feuchten Sommer.

Fig. E. der Mammut, Elephas primigenius, war der nächste Verwandte des heute noch lebenden ostindischen Elephanten, Elephas indicus. Er erreichte eine Länge von 5½ Meter, die Höhe betrug über 3 Meter. Die beiden in weitem Bogen aufwärts- und wieder zurückgekrümmten Stoßzähne erreichten eine Länge von 3½ Meter.

Dieser Elephant war in ganz Mitteleuropa bis zu den Pyrenäen und Alpen und im ganzen südlichen Teile von Sibirien verbreitet und reichte in West nach England, in Ost bis nach Alaska.

In manchen Teilen des nördlichen Sibirien, z. B. auf den neusibirischen Inseln finden sich seine Stoßzähne neben anderen Skelett-Teilen in solcher Menge und in noch so guter Erhaltung, daß von da aus mit dem fossilen oder sibirischen „Elfenbein" ein ansehnlicher Handel noch getrieben wird. Sie sind so weit nach Norden übrigens erst durch übergetretene Ströme getragen worden, auf welchen die Leichen der Tiere aus der Waldregion leicht in den höheren Norden gelangen konnten.

Eine ganze Leiche des Tieres mit Fleisch, Haut und Haaren fand sich im gefrorenen Boden des nördlichen Sibirien am Rande über dem Lena-Strom, unweit von der Mündung desselben. Sie trug noch ein Haarkleid von zweierlei Haaren, rötlichen Wollhaaren und längerem Grannenhaar. Das vollständige Skelett dieses Exemplars ist im naturwissenschaftlichen Museum zu St. Petersburg aufgestellt. Unsere Abbildung zeigt dasselbe in seinem jetzigen Zustand, am Schädel hängen noch Sehnen.

Tafel **XV. Fig. F.** Mastodon giganteum war die letzte Art der Gattung Mastodon, vergl. oben Seite 37. Sie war über Nordamerika verbreitet und findet sich namentlich in den östlichen Unions-Staaten und im angrenzenden Teile von Kanada. Man kennt eine Anzahl vollständiger Skelette aus Torfmooren. Die Länge des Tiers betrug 6 Meter, die Höhe gegen 4 Meter. Die Stoßzähne im Oberkiefer erreichten gegen 4 Meter Länge. Die des Unterkiefers blieben klein und fielen meist frühe aus.

Ein häufiger Begleiter des Mammuts in Nordasien und in Europa war

Fig. D. Rhinoceros tichorhinus, das Nashorn mit knöcherner Nasenscheidewand und, gleichwie das lebende afrikanische Nashorn, mit zwei hintereinander stehenden Hörnern versehen. Auch von diesem Arktiker fand sich im gefrorenen Boden von Sibirien bei Jakutsk ein noch mit Spuren von Haut und Haaren versehenes vollständiges Gerippe. Knochen und Zähne derselben Art sind außerdem, gleichwie vom Mammut, eine häufige Erscheinung in den der Eiszeit angehörigen Bodenschichten in Mittel- und Nordeuropa, namentlich im Löß. Beide waren vermöge ihres warmen Haarkleides einem kühleren Klima angepaßt.

Fig. F. Cervus megaceros ist das Riesen-Elen oder der Riesenhirsch der Eiszeit und gleich der vorigen eine erloschene Art. Von ihr fanden sich nicht selten am Grunde von Torfmooren in Irland vollständige Skelette. Auch im übrigen Mitteleuropa und in Sibirien fanden sich hin und wieder Reste derselben Art. Vielleicht ist sie erst spät von Menschenhand ausgerottet worden. Riesig groß war ihr gewaltiges, schaufelförmiges, vielzackiges Geweih, größer und schwerer als das irgend einer anderen Hirschart. Es erreichte 2,7 Meter Breite und zugleich von der rechten zur linken Spitze eine Spannweite von 3—4 Meter. Der übrige Körper des Tieres erreichte keine sonderlich größeren Maße als der des Edelhirsches oder der des Elens.

Fig. H. der Ur (Bos primigenius) ist die Stammart unseres zahmen Rindes, namentlich der Friesländer Rasse, war aber noch etwas stärker. Der Ur war während der quartären Epoche weit über Europa verbreitet und ist erst in geschichtlicher Zeit, wie es scheint, erst gegen Ende des Mittelalters, als wildes Tier ausgerottet worden.

Sein gewöhnlicher Begleiter war der Wisent, Bos priscus oder Bison europaeus. Einst in Mitteleuropa während der Eiszeit verbreitet und noch in geschichtlicher Zeit ein vielgenanntes Jagdwild, ist er allmählich von der Hand des Menschen eingeengt worden. Er lebt noch in Litauen als gehegtes Wild. (Der Wisent wird heute auch oft noch Auerochs genannt. Dieser Name beruht auf einer Verwechslung mit dem Ur und ist verwerflich.)

Der Moschusochs, Bos moschatus oder Ovibos moschatus ist heutzutage nur noch ein Bewohner des arktischen Gebiets von Nordamerika, bewohnte aber während der Eiszeit auch Sibirien und Mitteleuropa. Unter anderm fanden sich die mit kräftigem Gehörn ausgestatteten Schädel zu Berlin und zu London in eiszeitlichen Ablagerungen als giltige Beweise eines vorübergehenden kälteren Klimas in Mitteleuropa. Er ist hier früh wieder verschwunden.

Fig. G. Der Höhlenbär (Ursus spelaeus) übertraf an Größe seinen heute noch lebenden Verwandten, den gemeinen braunen Bär, Ursus arctos, um etwa ⅕. Der Schädel weicht auch etwas ab und zeichnet sich durch den mächtig entwickelten Kamm (crista sagittalis) aus.

Er war in Mitteleuropa während der Eiszeit weit verbreitet und ist auch in Sibirien nachgewiesen. Seine Reste finden sich häufig im Löß und im Boden von Höhlen. Manche Höhlen haben reichliche Ueberreste dieses Tieres geliefert. So die von Muggendorf in Franken die Reste von mehr als 800 Individuen. Diese Höhle muß also eine lange Zeit von Höhlenbären bewohnt worden sein.

Andere Höhlen waren vorzugsweise die Heimstätte der Höhlenhyäne, Hyaena spelaea. Sie ist der nächste Verwandte der südafrikanischen gefleckten Hyäne, Hyaena crocuta, aber etwas größer als diese und mit stärker entwickelten Knochenkämmen versehen. Ausgezeichnete Hyänenhöhlen finden sich namentlich in England. So die von Kirkdale in Yorkshire. Sie lieferte die Reste von mehr als 300 Individuen der Höhlenhyäne. In Deutschland sind ähnliche Hyänenhöhlen eine seltene Erscheinung.

Die Ordnung der Edentaten oder der Zahnarmen und Zahnlosen ist heutzutage besonders in Südamerika vertreten und war es während der quartären Epoche auch ebenda und in den südlichen Unionsstaaten. Unter den damaligen Vertretern waren mehrere sehr große Arten, welche die kleinen heute noch lebenden Edentaten Südamerikas weit übertrafen. Sie sind seither erloschen.

Fig. C. Megatherium Cuvieri, die hervorragendste dieser großen erloschenen Edentatenarten von Südamerika, war der nächste Verwandte der heutigen kleineren auf Bäumen lebenden Faultiere oder Bradypoden, aber von so grobkörnigem Bau, daß es sicher kein Baumbewohner gewesen sein kann. Dieses sogenannte Riesenfaultier erreichte 6 Meter Länge und gegen 3 Meter Höhe, also beiläufig die Maße eines Elephanten. Die ganze Gestalt und die Einzelheiten des Baues deuten auf einen Blätterfresser, der auf den Hinterfüßen und mit Hilfe des starken Schwanzes sich an Bäumen aufrichtete

und mit den Armen die beblätterten Zweige herabzog. Ein vollständiges Skelett fand sich im Jahre 1789 im Lehmboden von Buenos Ayres und ist jetzt im naturwissenschaftlichen Museum zu Madrid aufgestellt.

Fig. 1. stellt einen Menschenschädel aus der Höhle von Furfooz in Belgien dar. Er hat nichts sonderlich bemerkenswertes an sich.

Ueberhaupt zeigen auch die ältesten prähistorischen oder vorgeschichtlichen Menschenschädel aus den quartären Schichten von Europa, z. B. aus Löß und Höhlen, fast nur solche Formen, wie sie auch noch gelegentlich unter heutigen Nordasiern und Europäern vertreten erscheinen.

Wann der Mensch zum erstenmale den Boden von Europa betrat, ist noch nicht genauer ermittelt. Es ist aber zur Genüge dargethan, daß er in der Eiszeit, als das Rentier von Lappland und Sibirien noch bis zum Fuße der Alpen und der Pyrenäen vorgewandert war, schon das mittlere und vermutlich auch das südliche Europa bewohnte.

Man kennt aus dieser Zeit bereits viele seiner Geräte und weiß auch manches von seiner Nahrung und Lebensweise, ja selbst von seiner Leichenbestattung.

Darnach waren die ersten Einwanderer in Europa kleinere, noch ziemlich rohe Jagdvölkchen, welche Waffen von Stein, Horn und Knochen führten und mit diesen den Kampf gegen den Ur und den Wisent, den Höhlenbären und den Mammuth wagten. Ihr Hauptjagdwild waren übrigens das Rentier und das Pferd. Sie besaßen auch, wie es scheint, anfänglich den Hund noch nicht.

Diese brachten erst später einwandernde Stämme nach Europa. Einer noch etwas späteren Zeit mag die Einführung von Ackerbau und Viehzucht angehört haben. Die ältere Heimat des europäischen Urmenschen war vermutlich der Osten und der Südosten. Er mag über die südrussischen Ebenen seinen Weg genommen haben, den Fährten seines Jagdwildes folgend. Doch kann auch ein oder der andere Zug den Umweg über Nordafrika und Spanien eingeschlagen haben.

Hierüber wie über so manches andere in der Urgeschichte der Menschheit sind die Aufnahmen noch nicht geschlossen und neue Funde können noch schwerwiegende Aufschlüsse bringen.

Tafel XVIII.

Unser ideales Landschaftsbild zeigt uns ein Waldthal am Fuße eines schneebedeckten und weitereinzu vergletscherten Hochgebirges. Es ist eine Darstellung des Zustandes einer mitteleuropäischen Gegend während der Eiszeit oder der diluvialen Epoche. Wir sehen die ersten Menschen Europas in Gesellschaft der seither aus diesem Gebiet verschwundenen großen Säugetierarten, die das Ziel seiner Nachstellungen waren, und oft auch von ihm erlegt wurden.

Oben zur Rechten gewahren wir die riesenhafte Gestalt des Mammut oder behaarten Elefanten, Elephas primigenius.

Die Mitte nimmt eine Heerde von Moschusochsen ein; es ist der im arktischen Amerika noch lebende Ovibos moschatus. Er ist in Europa und Asien erloschen.

Links unten sehen wir einen Troglodyten oder Höhlenbewohner mit hochgeschwungener Steinaxt dem mächtigen Höhlenbewohner, Ursus spelaeus, den Weg sperren ohne ahnen zu können, wer aus diesem gewagten Streit als Sieger hervorgehen wird. Unseren ältesten Landsleuten war offenbar das Leben auch nicht gerade leicht gemacht und manche Kämpfe eifersüchtiger Jagdnachbarn mögen mit Keulen oder mit Steinbeilen ausgefochten worden sein.

Die Jura-Epoche.

Sie umfaßt oberhalb des Keupers eine Folge von zahlreichen Lagern, von denen die meisten Meeresabsätze sind. Unter ihnen erscheinen auch ansehnliche Riffbauten von Korallen und von Seeschwämmen oder Spongien. Überhaupt sind die meisten Lager reich an Resten von Meerestieren. Manche ergeben namentlich eine Fülle von schönen Ammoniten und Belemniten. Andere führen Fische und Saurier. Endlich kommen auch Lager voll Tange oder Meeresalgen vor.

Die jurasische Schichtenfolge läßt sich in drei Gruppen abteilen — den unteren Jura, oder Lias — den mittleren oder braunen Jura, auch Dogger genannt — und den oberen oder weißen Jura.

Tafel IX.

Aus dem Lias bilden wir folgende Arten ab.

Fig. B. Pentacrinus. Es ist eine Crinoidee. Die Abbildung stellt drei auf langen Stielen sitzende Individuen dar. Der Körper oder Kelch ist klein, trägt aber lange vielfach verästelte Arme. Der Stiel, mittelst dessen das Tier am Meeresboden festsaß, erreichte zum Teil eine Länge von 7—10 Metern. Vollständige Pentacrinus-Exemplare finden sich besonders im unteren Lias von England und im mittleren Lias von Schwaben. Im heutigen Meere leben noch mehrere Arten.

Fig. D. Gryphaea arcuata bildet in einem der Kalklager des unteren Lias Bänke von beträchtlicher Ausdehnung und findet sich in diesen zu vielen Tausenden zusammen abgelagert. Die Gryphäen stehen den Austern, Gattung Ostrea, sehr nahe und sind ebenfalls sehr ungleichklappig. Aber die bauchige Unterschale ist am Wirbel stark eingerollt und die obere Schale stellt nur einen kleinen flachen Deckel dar. Die Schalenoberfläche ist welligrunzelig.

Von großer Bedeutung für fast alle fossilführenden Lager der Juraformation sind die Ammoniten und die Belemniten, beide ausschließliche Meeresbewohner.

Die Ammoniten sind spiraleingerollte Schaltiere aus der Klasse der Cephalopoden oder Kopffüßer. Unter den Gattungen des heutigen Meeres steht ihnen der Nautilus am nächsten. Dazu kommen noch ältere fossile Verwandte, wie namentlich die Goniatiten (Taf. III. Fig. 24). Wir erörterten diese älteren Verwandten der Ammoniten schon Seite 24 und 26.

Fig. F. Ammonites obtusus, in der Median-Ebene durchgeschnitten. Der letzte Umgang stellt die Wohnkammer des Tieres dar. Dahinter liegen die Luftkammern, mehr als 30 an der Zahl, jede von der nächsten und die letzte von der Wohnkammer durch eine Scheidewand oder ein Septum abgeschieden. Die Scheidewände sind an der Innenfläche des Gehäuses in einer sehr zusammengesetzten Linie angeheftet. Dies ist die Nahtlinie oder Sutur. Sie bildet gegen vorn gerichtete Biegungen oder Sättel und gegen hinten gerichtete oder Loben. Bei den echten Ammoniten, wie sie L. von Buch abgrenzte, sind Loben und Sättel angeblich stets gezahnt. Doch hat sich später gezeigt, daß dies nicht durchgreifend der Fall ist. Vom Hinterende des Tieres ging ein sehniger Strang, der Sipho, an der Rückenseite des Gehäuses (der Bauchseite des Tieres) in die Wohnkammern ab. Wo dieser die Scheidewände durchsetzte, bildeten letztere eine gegen vorn gewendete Düte. Unser Durchschnitt schneidet sie in ihrer Mitte.

Fig. H. Ammonites spiralissimus, ist eine im unteren Lias von Tübingen häufige Art. Die Umgänge des Gehäuses bedecken zahlreiche Querrippen, der Rücken aber trägt einen von zwei Furchen eingefaßten Kiel.

Andere Ammonites-Arten im unteren Lias erreichen einen Durchmesser von $^{2}/_{3}$ Meter.

Die Belemniten sind gewöhnlich die getreuen Begleiter der Ammoniten. Exemplare, welche die feste Kalkschale des Tieres einigermaßen vollständig darstellen, sind selten, aber noch seltener solche, welche auch noch erhaltene Weichteile desselben erkennen lassen. Aus der Vergleichung dieser Funde mit lebenden Cephalopoden ergibt sich dann, daß die Belemniten in die Ordnung der Dibranchiaten oder Zweikiemer gehören und etwa die Gattungen Sepia und Spirula in den heutigen Meeren zu den nächsten Verwandten haben.

Die Kalkschale wurde von dem Tiere innerlich getragen und bestand aus drei wesentlichen Stücken, dem Phragmocon, der Schulpe und dem Schnabel.

Der Phragmoconus oder gekammerte Kegel, auch Alveolit genannt, ist eine gekammerte Schale mit Scheidewänden und einem randständigen Sipho, ganz ähnlich dem Gehäuse der im silurischen System schon beginnenden Gattung Orthoceras.

Die Schulpe ist eine platte Verlängerung des Rückenteils des Phragmoconus. Sie entspricht der flachen kalkigen Rückenplatte der lebenden Sepia oder dem sogen. Os Sepiae.

An das untere oder hintere Ende des Phragmoconus setzt sich der Schnabel oder das Rostrum an. Es ist ein länglicher meist gestreckt-kegelförmiger Anhang des Phragmoconus und besteht aus dichter strahligfaseriger Kalkspatmasse. Das Belemniten-Rostrum ist der häufigste Ueberrest der Schale, er entspricht dem kleinen Stachel am unteren Ende der Rückenschulpe der lebenden Sepien. Man bezeichnete es ehedem auch als Donnerkeil (griechisch belemnon, das Geschoß).

Das Tier besaß wahrscheinlich zehn kurze Arme über dem Kopfe. Sie trugen jeder zwei Reihen horniger Häckchen. Auch besaß das Tier gleich wie die Sepia einen Tintenbeutel.

Man kennt aus der Juraformation und der Kreideformation ungefähr 350 Arten von Belemniten, sie sind sämtlich ausgestorben.

Fig. K. stellt eine vollständige Belemnitenschale dar, Phragmoconus mit Schulpe und Schnabel.

Fig. K2. gibt die Gestalt des Tieres, wie es lebend beiläufig ausgesehen haben mag.

Bei den Fischen des Lias bemerkt man, daß die Ganoiden oder Schmelzschupper beinahe oder ganz gleichlappige Schwanzflossen besitzen, so die Gattungen Tetragonolepis, Dapedius, Lepidotus, Aspidorhynchus. Man nennt diese darnach gleichlappige oder homocerke Formen; sie stehen im Gegensatz zu den ungleichlappigen der älteren Formationen.

Fig. O. Tetragonolepis begreift meist kleinere Schmelzfische mit rhombischen Schmelzschuppen und von platter hoher und kurzer Körpergestalt. Der Rachen ist klein und mit zugespitzten Zähnchen besetzt. Rückenflosse und Afterflosse lang, Brustflosse und Bauchflosse klein. Arten im Lias. Dapedius ist eine verwandte Gattung, ebenfalls im Lias, aber mit zweispitzigen Zähnen.

Fig. R. Lepidotus begreift gleichfalls eckschuppige Ganoiden. Die Körpergestalt ist fast karpfenähnlich, die Entwicklung der Flossen mittelmäßig. Die Zähne sind stumpfkegelförmig. Diese Gattung beginnt im Lias und erlöscht erst mit den unteren Tertiärschichten von Paris. Lepidotus Elvensis im oberen Lias von Schwaben wird 65 Ctm. lang.

Von den Reptilien des Lias heben wir Teleosaurus, Plesiosaurus und Ichthyosaurus hervor.*)

*) Die anderen Nummern der Tafel IX. sind unter den Versteinerungen des mittleren Jura, Seite 32 und folgende beschrieben.

Tafel X.

Fig. B. Teleosaurus oder Mystriosaurus ist ein Vorfahre der Gaviale oder langschnauzigen Krokodile von Südasien, namentlich des Ganges-Gavials. Aber die Wirbel sind noch biconcav — wie die der Fische. Die schlanke schmale Schnauze trägt zahlreiche schlank-kegelförmige Zähne. Die großen Augenhöhlen liegen weit zurück und sind nach oben gerichtet. Den Rücken bedecken Reihen von starken viereckigen verknöcherten Schildern, ähnlich wie bei den heutigen Gavialen. Die Gliedmaßen sind mit freien Zehen, vorn 5 und hinten 4 versehen. Die Teleosauren beginnen im Lias und verlieren sich mit dem oberen Jura. Sie werden bis 6 Meter lang.

Fig. C. Plesiosaurus ist eine im unteren Lias von England zuerst auftauchende und in der Kreide erlöschende Gattung der flossenfüßigen Reptilien oder Halisaurier von sehr abenteuerlicher Gestalt. An den kurzen fast walzigen Leib schließt sich ein langgestreckter, aus zahlreichen (bis zu 40) Wirbeln zusammengesetzter Hals an. Er trägt einen flachen, verhältnismäßig kleinen Kopf, dessen Rachen gestreifte langkegelige Zähne führt. Vordere und hintere Gliedmaßen sind flossenförmig. Es sind schlanke fünfzehige Ruderflossen, die eine Platte von zahlreichen Täfelchen enthalten. Sie sind ähnlich denen der Meerschildkröten. Die Plesiosauren waren 3—5 Meter lange Meeresbewohner und mögen nach ihrer schlanken Körpergestalt behende Schwimmer gewesen sein, die, wie man annimmt, den Schwänen ähnlich Kopf und Hals über dem Wasser trugen.

Vertreter einer andern Familie der Halisaurier-Ordnung ist die Gattung Ichthyosaurus.

Sie begreift kurzhalsige Meeres-Reptilien von ziemlich gedrungener, den Delphinen ähnlicher Körpergestalt. Der Schädel bildet etwa ein Viertel der gesamten Länge. Er trägt eine lange zugespitzte Schnauze mit zahlreichen gestreiften kegelförmigen Zähnen. Die Augen liegen weit zurück und zeichnen sich durch ungewöhnliche Größe aus. Die Hornhaut derselben trägt aber noch einen starken aus einer Reihe von Knochentäfelchen gebildeten Ring, den Scleroticai-Ring, ähnlich wie er auch heute noch bei lebenden Eidechsen vorkommt. Die Zahl der Wirbel ist sehr groß und geht oft über 150. Sie sind kurz und biconcav (ähnlich wie bei Fischen). Die vier Ruderflossen sind breite Platten von zahlreichen, teils viereckigen, teils vieleckigen Täfelchen. Ihre Zahl beträgt in einer Flosse zuweilen über 100. Sie stehen in 5—6 Reihen.

Die Ichthyosauren erreichten eine Länge von 6—10 Meter und darüber. So viele Skelette derselben auch der untere Lias von England und der obere Lias von Schwaben und Franken schon geliefert haben, fand sich doch noch niemals mit ihnen eine Spur von Schuppen oder Hautschildern, was übrigens auch von Plesiosaurus und den andern Halisauriern gilt. Man nimmt daher an, daß diese überhaupt eine nackte Haut, ähnlich wie die heutigen Delphine und Balänen, besaßen.

Wohl aber kennt man noch eigentümlich gestaltete Kotballen oder Koprolithen von Ichthyosauren. Sie sind namentlich in England häufig im unteren Lias von Lyme Regis, Dorsetshire, zum Teil zusammen mit den Gerippen. In Deutschland sind sie selten. Sie zeigen die Gestalt eines Lärchenzapfens und sind spiralig gewunden, was andeutet, daß das Tier an der Innenseite des Darms eine spirale Falte besaß. Sie werden 5—8 Ctm. lang. In ihrem Innern erkennt man noch unverdaute Fischschuppen, also Ueberreste der Nahrung und Beweise der räuberischen Lebensweise der Ichthyosauren.

Fig. D. zeigt das vollständige Skelett und den ergänzenden Körperumriß des Ichthyosaurus communis aus dem unteren Lias von Lyme Regis in England.

Fig. E 1. zeigt den Kopf desselben von der Seite.

Fig. E 2. denselben von oben.

Fig. H. die Koprolithen desselben.

Fig. F. ist ein Zahn von Ichthyosaurus platyodon in natürlicher Größe.

Wir lassen nun die Darstellung einiger Versteinerungen aus dem mittleren Jura folgen.

Taf. **IX. Fig. E.** Trigonia costata ist ein gleichklappiger ziemlich dickschaliger Zweischaler von einigermaßen dreieckigem Umrisse. Die Oberfläche zeigt eine Verzierung mit starken dem Unterrande gleichlaufenden Rippen, die gegen hinten an einem starken Radialwulst abstoßen. Diese Art findet sich in mehreren Lagern des mittleren Jura. Sehr ähnliche Arten finden sich auch noch im oberen Jura. Die Gattung Trigonia lebt heute noch in Australien.

Taf. **IX. Fig. G.** Ammonites Jason ist eine der zierlichsten Ammonitenarten des mittleren Jura. Der Rücken des Gehäuses ist abgeplattet und beiderseits mit feinen Zähnen besetzt. An den Seiten verlaufen gegabelte Querrippen. Vollständig erhaltene Gehäuse zeigen an jeder Seite der Mündung einen gestreckten Vorsprung oder ein sogen. Ohr.

Zu Stonesfield in England fanden sich in einem Kalkschiefer des mittleren Jura mehrere zahntragende Unterkiefer, die man für Reste von insektenfressenden Beuteltieren hält.

Fig. M. Amphitherium Prevosti, auch Thylacotherium genannt, hat in jeder Unterkieferhälfte 16 Zähne.

Fig. N. Phascolotherium Bucklandi hat in jeder Hälfte 11 Zähne.

Wir betrachten noch folgende Arten aus dem oberen oder weißen Jura.

Taf. **IX. Fig. C.** Saccocoma pectinata war eine frei umherschwimmende Crinoidee, von welcher sich im lithographischen Kalkschiefer von Solnhofen und Eichstedt häufig schöne Exemplare finden. Der Körper oder Kelch ist fast kugelig und ganz ungestielt. Er trägt fünf den Mund umgebende und nahe über dem Kelchrand sich gabelnde Arme. Diese sind gegliedert und tragen seitlich feine Aestchen oder Dornen.

Taf. **IX. Fig. J.** Ammonites biplex ist ein im oberen Jura von Schwaben und Franken häufiger Ammonit aus der Abteilung der Planulaten, der zuweilen 30 Ctm. Durchmesser erreicht. Das Gehäuse ist nur schwach eingerollt und trägt zahlreiche deutliche, über den Schalenrücken gegabelte Querrippen.

Taf. **IX Fig. L.** Serpula flagellum ist ein Röhrenwurm oder Annelide des oberen Jura. Die kalkige Röhre, welche dem Tiere als Wohnung diente, ist wurmförmig und erweitert sich nach vorn. Von dieser Gattung Serpula kommen übrigens noch eine Menge von Arten im mittleren und oberen Jura vor.

Taf. **IX. Fig. N.** Eryon arctiformis ist ein im Kalkschiefer des oberen Jura zu Solnhofen in Franken nicht selten vorkommender Seekrebs aus der Ordnung der langschwänzigen zehnfüßigen Krebse. Das Kopfbrustschild ist breit und flach, die Scheeren klein und schlank. Eryon arctiformis wird 13 Ctm. lang. Man kennt von dieser und verwandten Gattungen im Solnhofener Schiefer auch fossile Larven oder Phyllosomen, die den Spinnen sehr ähneln und früher auch für Spinnen gehalten wurden.

Taf. **IX. Fig. M.** Libellen oder Wasserjungfern finden sich hin und wieder im Solnhofener Schiefer zusammen mit andern Insekten erhalten und erreichen hier eine ansehnliche Größe. An guten Exemplaren erkennt man noch das feinste Geäder der Flügel.

Unter den Fischen erscheinen im oberen Jura die Ganoiden oder Schmelzschupper noch sehr reichlich vertreten, unter ihnen leitet die den Häringen nahe verwandte Gattung Leptolepis zu den Knochenfischen oder Teleostiern über.

Taf. IX. **Fig. O.** Aspidorhynchus ist eine lange und schmale Ganoidenform, deren Kiefern spitz zulaufen. Der Oberkiefer ragt spießförmig über den Unterkiefer vor und die Kieferränder sind mit langen spitzen Zähnen besetzt. Die Flossen sind klein, die Schwanzflosse halbmondförmig und gleichlappig. Ein paar Arten von Aspidorhynchus finden sich zu Solnhofen in Franken.

Taf. IX. **Fig. R.** Lepidotus giganteus ist eine im lithographischen Kalkschiefer von Solnhofen vorkommende große Art einer Ganoidengattung, die wir oben beim Lias, Seite 31 schon erörterten. Die Gestalt des Tieres läßt sich nach reichlich vorliegenden Resten ziemlich sicher wieder ergänzen. Es war ein stark gepanzerter Eckschupper von karpfenartiger Körpergestalt mit großen rhombischen Schmelzschuppen. Er erreichte zwei Meter Länge.

Taf. IX. **Fig. P.** Pycnodus rhombus. Nicht ohne Zweifel zählen wir ihn noch zu den jurasischen Fischen. Es ist ein kleiner hoher und kurzer Fisch aus der Ordnung der Eckschupper, Ganoides rhombiferi. Die Augen liegen hoch. Die Rückenflosse und die Afterflosse umsäumen zusammen die hintere Körperhälfte. Die Schwanzflosse ist gleichlappig oder homocerk und fächerförmig. Dieses Fischchen findet sich häufig in einem bituminösen Kalkschiefer zu Tore d'Orlando bei Neapel, welchen man für jurasisch hält. Dieselbe und andere Pycnodus-Arten besitzen rhombische Schuppen, vorn mit einer starken grätenartigen Leiste. Die Leisten einer Schuppenreihe treten zusammen und bilden eine scheinbare Gräte, so daß das Schuppenkleid überhaupt ein eigenes Außenskelett darstellt. Man hat diese Eigentümlichkeit der Pycnodus-Arten früher lange verkannt.

Von den Reptilien des oberen Jura heben wir zuerst die Dinosaurier (oder Schreckenssaurier) hervor die wir bereits im Keuper, Gattung Zanclodon (Seite 30) wie auch bei den sogen. Vogelfährten berührten. Sie haben in ihrem Skelettbau manches mit Vögeln, namentlich Straußen gemeinsam, und es scheint, daß die Vögel in der That von gewissen Dinosauriern abstammen. Diese letzteren gingen zum Teil aufrecht auf den Hinterfüßen. Alle waren Landbewohner. Ihre Wirbelsäule zeichnet sich gewöhnlich durch mehrere innig verwachsene Kreuzbeinwirbel aus — die Gattung Iguanodon, aus der Wealdenstufe, hat deren 4, 5 oder 6.

Von oberjurasischen Dinosauriern erwähnen wir zunächst Atlantosaurus immanis, 26 Meter (80 Fuß) Länge aus der Jurabildung der Rocky Mountains (Colorado und Wyoming). Dies ist das riesigste aller bis jetzt, sei es lebend, sei es fossil nachgewiesenen Landtiere.

Fig. J. Compsognathus longipes, stammt aus dem Kalkschiefer des oberen Jura von Solnhofen in Franken und erreichte etwa die Größe einer Katze. Die Compsognathen waren hüpfende fleischfressende Dinosaurier, deren lange Hinterbeine beim Sprunge, ähnlich wie bei den Känguruhs von Australien, durch einen kräftig gebauten Schwanz unterstützt wurden. Die Vorderbeine waren kurze Arme, die wohl nur selten den Boden berührten. Der Schädel war klein, die Kiefern mit zahlreichen langen spitzen Zähnen besetzt. Die vorderen und die hinteren Füße trugen drei ausgebildete Finger.

Die Pterosaurier oder Flugsaurier sind eine eigene sehr eigentümlich gestaltete Ordnung der Reptilienklasse, waren Flugtiere und bevölkerten Festland und Luft während der Zeit vom unteren Lias bis zur oberen Kreide. Ihre Hauptfundstätte ist der Solnhofner Kalkschiefer in Franken. Diese Ordnung ist durch die umfangreiche Gattung Pterodactylus vertreten, die man aber in neuerer Zeit in mehrere engere Gattungen abgeteilt hat.

Die Flugvorrichtung der Pterosaurier weicht sowohl von der der Vögel als auch von der der Fledermäuse (Chiropteren) ab und beruht vorzugsweise darauf, daß bei ihnen der äußerste (sogen. kleine) Finger ungewöhnlich stark entwickelt und fast zur ganzen Länge des Körpers gestreckt ist. Er war der Hauptträger der Flughaut, die von da sich bis zum Grund der Hinterbeine erstreckte.

Der Kopf war groß mit gestreckten Kiefern und großen Augenhöhlen. Das Auge war durch einen Ring von verknöcherten Horntäfelchen (einen Sclerotical-Ring) geschützt. Die Kiefern trugen viele mehr oder minder lange und spitze Zähne.

Die Pterosaurier zeigen sehr verschiedene Größe. Die kleinsten waren von der Größe eines Sperlings, andere wurden weit größer. In der oberen Kreide von Kansas (Nordamerika) fanden sich Arten mit einer Spannweite von 7,5 Meter.

Fig. K. Pterodactylus crassirostris ist eine der kleinen Arten von Solnhofen und hat ein vollständig bezahntes Gebiß mit spitzen Fangzähnen. Das ganze Tier war nur an 30 Ctm. lang.

Die Vögel erscheinen in der geologischen Schichtenfolge zum ersten Male im Solnhofener Schiefer des oberen Jura, aus welchem man bis jetzt zwei ziemlich wohl erhaltene Skelette kennen gelernt hat. Es ist bereits ein ausgebildeter Vogel, aber er trägt noch eine Anzahl von Charakteren, die seine Abkunft von Reptilien — im besondern von Dinosauriern — glaublich machen.

Fig. L. Archaeopteryx lithographica fand sich zuerst im Jahr 1861 zu Solnhofen, dann im Jahr 1878 ebenda in einem zweiten Exemplare.

Es war ein Flugvogel von mäßiger Größe und eigentümlicher Befiederung. Der Schädel war klein und dem der Vögel ähnlich. Er trug aber ähnlich dem der Pterosaurier eingekeilte Zähne.

Die Wirbelsäule verlängerte sich in einen langen geraden vielgliedrigen Eidechsenschwanz, der mehr als die Länge des ganzen übrigen Körpers erreichte. Man zählt 20 Schwanzwirbel. Auf jeden kam ein Paar langer gerader Steuerfedern in zweizeiliger Anordnung, zusammen 40, eine Schwanzbildung wie sie kein lebender Vogel mehr besitzt. Dazu kommt, daß die Rückenwirbel noch biconcav waren (sogen. Fischwirbel), was auch bei lebenden Vögeln nicht mehr vorkommt.

Der Archaeopteryx überhaupt steht nach diesen und anderen Charakteren den älteren (eigentlich den vorjurasischen) Reptilien, namentlich der Dinosaurier-Ordnung — näher als irgend ein lebender Vogel. Er war übrigens schon ein ausgebildeter Vogel, namentlich hatte er die Füße der Klettervögel. Zwischen Dinosauriern und dem Archaeopteryx müssen wir noch eine Menge von ehemals vorhanden gewesenen Mittelgliedern annehmen, aber sie sind für uns verloren.

Tafel XI.

Das ideale Landschaftsbild der Jurazeit in Europa stellt uns eine Reihe von Inseln mit einer Bewaldung von palmenähnlichen Pandanus-Bäumen dar.

Im nahen Meere tummelt sich **Fig. 1.** ein gewaltiger Ichthyosaurus, und läßt uns das furchtbare Gebiß und den Hornhautring des großen Auges erkennen. Neben ihm schwimmt ein kurzer hoher Fisch aus der Ordnung der eckschuppigen Ganoiden. Wir erkennen in ihm die Art der Gattung

Fig. 7. Lepidotus.

Ganz vorn bemerken wir im Meere eine Auswahl von Sternkorallen und anderen Meerestieren, sowie auch einige Meerestange.

Fig. 2 zeigt uns einen schwanenhalsigen Plesiosaurus.

Vorn auf der Insel rechts treibt sich ein langschnauziges und langgeschwänztes Gavial umher

Fig. 3. der Teleosaurus oder Mystriosaurus.

Fig. 4. Ueber einer Felseninsel im Vordergrund sehen wir einen Pterodactylus flattern. Links vor ihm sitzt auf dem Felsen mit eingezogener Flughaut ein an-

derer dem vorigen nahe verwandter Flugsaurier, der Rhamphorhynchus **Fig. 5.** und schleppt seinen langen dicken Schweif nach sich.

Hoch oben in der Luft schwebt

Fig. 6. Archaeopteryx, der fiederschwänzige Vogel.

Im Vordergrund rechts erblicken wir die mannigfaltigen Formen der Sternkorallen, Schnecken, Muscheln, Seeigel u. s. w.

Fig. 8. Cidarites coronatus.
Fig. 9. Diceras arietina.
Fig. 10. Pentacrinus.
Fig. 11. Gryphaea arcuata.
Fig. 12. Ammonites.
Fig. 13. Belemnites.

Auf der grünenden Insel erhebt sich ein Wäldchen von Pandaneen, von Cycadeen der Gattung

Fig. 14. Pandanus.
Fig. 15. Zamites, der kurzstämmigen Gattung.
Fig. 16. Pterophyllum und von Coniferen der Gattung
Fig. 17. Araucaria.

Die Kreide-Epoche.

Wie wir schon oben Seite 19 angaben, erscheint an der Grenze der Juraformation und der Kreideformation im südöstlichen England und in einem Teile des nordwestlichen Deutschland eine mächtige Süßwasser-Ablagerung, die sogenannte Wealdenstufe, eingeschaltet. Neuere Geologen ziehen ihre untere Abteilung zum oberen Jura. Es bleibt dann noch eine obere Abteilung, die man als örtlichen Stellvertreter der unteren Kreide (Etage Néocomien) betrachtet.

In der unteren Region dieser Süßwasserformation finden sich in England, besonders zu Tilgate Forest in Sussex, besonders zahlreiche Reste von meist sehr großen Dinosauriern, sowohl Pflanzenfressern wie auch Fleischfressern, die besonders Bewohner sumpfiger und bewaldeter Flußniederungen gewesen zu sein scheinen.

Von ihnen heben wir den Iguanodon hervor, einen durch große Arten vertretenen Dinosaurier von plumpem Körperbau, dessen starke schneidige und im Verlaufe der Abkauung noch scharfkantig bleibende Mahlzähne den Pflanzenfresser andeuten. Aehnlich ist die Zahnbildung des Leguans, Iguana, einer lebenden meist pflanzenfressenden Eidechse von Südamerika. Der hintere Fuß hatte drei Zehen, außerdem noch eine verkümmerte erste Zehe. Das Tier war imstande sich längere Zeit, wie das sehr starke Kreuzbein andeutet, aufrecht auf den Hinterfüßen zu erhalten. Man hat auch dreizehige Fußfährten desselben nachgewiesen. Im Jahr 1878 fand man in Belgien mehrere ganze Skelette. Das Tier erreichte darnach eine Länge von 9½ Meter. Die Vorderbeine waren viel kürzer als die Hinterbeine. Taf. X. **Fig. G.** stellt einen der spaltenförmigen Zähne von Iguanodon dar.

Wir betrachten nunmehr die übrige Flora und Fauna der Kreideepoche auf dem Festland und im Meere.

Die Pflanzenwelt der Kreidezeit spielt unter den heutigen Funden im allgemeinen eine unansehnliche Rolle. Auf dem Festland wiegen, ähnlich wie während der Jurazeit, die Gefäß-Kryptogamen, die Cycadeen und die Coniferen vor. Dazu kommen auch die ersten unzweifelhaften Vertreter der Palmen.

Tafel XII.

Wir bilden eine Conifere aus der Kreideformation ab. Es ist **Fig. D.**, Araucaria Toucasi, ein beblätterter Zweig mit lanzettförmigen Blättern aus der mittleren Kreide von Toulon.

Was aber am meisten ins Gewicht fällt, ist das erste Auftauchen von zahlreichen Gattungen einer Waldflora von Dicotyledonen, also der ältesten bekannten Laubhölzer. Darunter befinden sich Magnolien, Pappeln, Weiden, Erlen u. s. w. Man hat Grund zur Annahme, daß diese Ausbreitung der Dicotyledonen während der Kreidezeit von der Nordpolar-Region ausging und der wachsenden klimatischen Abkühlung des Erdballs Folge leistete. Man kann sich denken, daß dabei die Nordpolargewächse mehr oder weniger ihrem Meridian folgend, in Asien, Europa und Nordamerika nach Süden vordrangen.

Auch die Tierbevölkerung des Festlandes und des süßen Wassers während der Ablagerung der Kreideformation ist nur spärlich bekannt. So kennt man von der Säugetierfauna dieser Epoche bis jetzt noch keine Spur, obschon Säugetierreste sowohl oberhalb als unterhalb von ihr gefunden worden sind.

Um so reichlicher vertreten ist die Tierwelt des Meeres der Kreideformation. Sie schließt sich im allgemeinen zunächst derjenigen der Juraformation an, doch ist der Fortschritt in der Umgestaltung der Lebensformen vielfach zu erkennen. So z. B. in der Klasse der Fische das Zunehmen der Knochenfische oder Teleostier und das gleichzeitige Zurücktreten der Ganoiden oder Schmelzfische.

Wir bilden mehrere Meeresbewohner der Kreideformation ab.

Foraminiferen oder kalkschalige Rhizopoden (Wurzelfüßer) treten mit zahlreichen, meist sehr kleinen (oft mikroskopischen) Arten auch schon in den älteren Formationen fossil auf, sind hier aber gewöhnlich nur dürftig erhalten und fallen nicht leicht in die Augen. Deutlicher treten sie in den Vordergrund mit der weißen Kreide oder Schreibkreide von England, Paris, Rügen u. s. w. Sie nehmen wesentlichen Anteil am Aufbau dieses Lagers, meist in mikroskopisch kleinen Arten und finden sich ähnlicherweise in unermeßlicher Menge im weißen oder grauen Kalkschlamm aller tieferen Meere der jetzigen Zeit abgelagert. Eine kleine Menge geschabter Kreide gibt unter dem Mikroskope gewöhnlich ein überraschendes Bild von der Menge und Mannigfaltigkeit der darin enthaltenen Foraminiferen-Reste.

Fig. E. stellt eine solche Anhäufung mikroskopisch kleiner Gehäuse dar. Sie bestehen aus einer Anzahl von Kammern oder Wohnzellen und diese sind teils einfach, teils aneinander gereiht, oft in symmetrischer oder in schneckenförmiger Spirale.

Fig. F. zeigt noch einige andere Foraminiferen der Kreide für sich und ebenfalls vergrößert.

Fig. F 1. Orbitoides media.
Fig. „ 2. Horizontal-Durchschnitt.
Fig. „ 3. Lituola nautiloïdea.
Fig. „ 4. Flabellina rugosa.
Fig. „ 5. Textularia striata im Längsdurchschnitt.

Fig. G. Goniopygus major (in der Seitenansicht von oben gesehen) ist ein kleiner, etwas niedergedrückter — regulärer oder beinahe symmetrischer Seeigel mit 2 mal 5 Reihen großer undurchbohrter Warzen (auf den 5 sogen. Interambularial-Feldern). Diese Art gehört der Mittelregion der Kreideformation an.

Wir heben zwei Acephalen oder Zweischaler der Kreideformation hervor.

Fig. K. Spondylus spinosus ist eine bezeichnende Art in der oberen Region der Kreideformation. Die Schale ist radial gestreift und dabei konzentrisch geblättert. Die eine der beiden Klappen (die untere) trägt lange starre Stacheln auf den Rippen.

Fig. H. Caprina adversa, aus der mittleren Region der Kreideformation von Frankreich ist eine dickschalige und ungleichklappige Acephalenart, welche eine mittlere Stellung zwischen der Familie der Chamiden und den



A. Idealer Durchschnitt der Kreideschichten in England.

1. Purbeck-Kalk. 2. Hastingssand. 3. Wealdenthon 1—3 Jura). 4. Unterer Grünsand. 5. Speetenthon. 6. Schanklinsand. 7. Gault. 8. Oberer Grünsand. 9. Kreidemergel. 10. Graue Kreide. 11. Weiße Kreide mit Feuersteinknollen. 12. Tertiärformation.

Namenverzeichnis.

Druckfehler-Verzeichnis.

Mineralogie.

Seite 10 Zeile 1 von oben rechts lies im statt am.
„ 15 „ 13 „ unten „ „ Pyrolusit statt Pyrolmit.
„ 27 „ 12 „ oben links „ = statt +.
„ 27 „ 28 „ unten rechts „ Tremolit statt Tremolith.
„ 27 „ 2 „ „ „ „ der statt das.
„ 59 „ 13 „ „ „ „ Pereira statt Percira.
„ 61 „ 10 „ oben links „ Talkschiefer statt Kalkschiefer.

Geologie.

Seite 12 Zeile 29 von unten links lies citophyr statt cithophyr.
„ 27 „ 11 „ oben „ „ Cycadeen statt Cyeadeen.
„ 27 „ 31 „ unten rechts „ von statt vun.

Naturwissenschaftliche Bilderwerke aus dem Verlag von J. F. Schreiber in Eßlingen bei Stuttgart.

Ein Festgeschenk ersten Ranges. Dr. G. H. v. Schuberts **Unübertroffenes naturgeschichtliches Prachtwerk.**

Naturgeschichte des Tier-, Pflanzen- und Mineralreichs

mit der Anatomie des Menschen.



Erste Abteilung:

Naturgeschichte des Tierreichs.

Herausgegeben
von verschiedenen namhaften Fachgelehrten und Tierzeichnern.

Mit einem Vorwort von

Hofrat Dr. G. H. v. Schubert.

Enthaltend 91 Großfolio-Doppeltafeln
mit über 850 naturgetreuen in feinstem Farbendruck ausgeführten Abbildungen
und 120 Seiten Text mit 240 Illustrationen.

Achte Auflage. **Preis in Prachtband: 20 Mark.** Achte Auflage.

Von Schuberts Naturgeschichte des Tierreichs sind folgende Einzelausgaben erschienen:

I. Teil:

Säugetiere.

Enthaltend 31 Großfoliotafeln mit 171 Abbildungen und 22 Seiten Text mit 15 Illustrationen.

Zehnte Auflage.

Elegant gebunden
Preis: Mk. 6. 50.



Bei den Tafeln ist mit Recht die größte Sorgfalt auf das Kolorit der Tiere verwendet, während dasjenige der Landschaft einfach gehalten ist. Der billige Preis zeigt, was der Verlag jetzt in dieser Hinsicht zu bieten vermag. Eine Einleitung giebt die wichtigsten anatomischen Thatsachen zur Grundlage für die Systematik, erläutert durch klare Holzschnitte. Wir hegen den lebhaften Wunsch, daß Schuberts Naturgeschichte in keiner Familie fehlen und daß jeder Familienvater nach diesem Werke zuerst als Anregungsmittel für seine Kinder greifen möge.





(6 fache Verkleinerung einer Textseite.)

II. Teil:

Vögel.

Enthaltend 30 Großfoliotafeln mit 195 Abbildungen und 22 Seiten Text mit 46 Illustrationen und 32 kolorierten Abbildungen von Vogeleiern.

Neunte Auflage.

Elegant gebunden **Preis: Mk. 6. 50.**



Die Darstellung der einzelnen Tiere, zumeist in malerischen verwandten Gruppen vereinigt, ist dem Leben abgelauscht, und dabei ist jedesmal die Eigentümlichkeit ihrer Lebensweise charakterisiert, so daß dem Beschauer ein lebendiges Bild vor Augen geführt wird, welches sich leicht dem Gedächtnis einprägt. Der Text ist mit Holzschnitten geschmückt, unter denen namentlich die farbigen Abbildungen zahlreicher Vogeleier hervorzuheben sind.

III. Teil:

Reptilien, Amphibien, Fische, Insekten, Krebse,

Würmer, Weichtiere, Stachelhäuter, Pflanzentiere und Urtiere.

30 Großfoliotafeln mit 479 Abbildungen und 76 Seiten Text mit 240 Illustrationen.

Zehnte Auflage. — Elegant gebunden Preis: Mk. 6. 50.

In verhältnismäßig kleinen Rahmen bringen diese Tafeln das Wichtigste aus einem großen Abschnitt der Naturgeschichte. Die Tiere sind **getreu gezeichnet und gemalt**, wo möglich in natürlicher Größe. Ueberall, sowohl bei den Abbildungen, als auch bei dem Texte sind die **großen Fortschritte** der Wissenschaft sorgsam benützt. Der Insektenwelt ist gegen die frühere Auflage ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet und wird der jugendliche Sammler, sowie der Forst- und Landwirt, ausreichende Unterhaltung und Belehrung finden. Es giebt kein Werk dieser Art, das sich mit Schuberts Naturgeschichte messen könnte in Bezug auf **Reichhaltigkeit, Genauigkeit** und **Schönheit** der Ausführung.

Zu beziehen durch alle Buch- und Kunsthandlungen.

Naturwissenschaftliche Bilderwerke aus dem Verlag von J. F. Schreiber in Eßlingen bei Stuttgart.

Für Pflanzenfreunde! Dr. G. H. v. Schuberts **Für Pflanzenfreunde!**

Naturgeschichte des Tier-, Pflanzen- und Mineralreichs.



Zweite Abteilung

Naturgeschichte des Pflanzenreichs

nach dem Linné'schen System.

Neu bearbeitet von † Staatsrat **Dr. Moritz Willkomm,**

weiland Universitätsprofessor in Prag.

54 in feinem Farbendruck ausgeführte Großfolio-Doppeltafeln
mit **650** Pflanzenabbildungen und **23** Bogen Text.

Vierte Auflage. **Prachtband 15 Mark.** **Vierte Auflage.**

Der **Allgemeine Litterarische Wochenbericht** schreibt:
„Das ist ein Werk, an dem **vortreffliche Meister** gearbeitet haben. Die Namen des Begründers Dr. G. H. v. Schubert, des späteren Herausgebers Chr. Fr. Hochstetter und des jetzigen Neubearbeiters Dr. Moritz Willkomm bürgen für **gediegene Leistungen.** Wir kennen die ersten Ausgaben des **prächtigen Werkes**: was aber Herausgeber und Verleger in dieser neuen vierten Auflage bringen, **übertrifft das früher Gebotene bei weitem.** Durchgeht man dieses ansprechende Werk und zieht besonders die Reichhaltigkeit des Stoffes, die Richtigkeit der Zeichnung, die gewissenhafte, ja künstlerische Ausmalung der einzelnen Pflanzen und bei allen diesen Vorzügen den **unglaublich erscheinenden, mäßigen** Preis in Betracht, so muß man staunen, sich aber auch freuen, daß so vorzügliche Werke selbst dem Unbemittelten zugänglich geworden sind. Der Text bringt das Notwendigste über jede Pflanze. Er gibt Aufschluß über deren Entwicklung, Vorkommen, Standort und Blütezeit. Was aber die beste Beschreibung nicht herbeiführen kann: **augenblickliches Erkennen der Pflanze,** das erzielt der Atlas durch seine Abbildungen, die meisten in **natürlicher Größe und Farbe, so schön, so naturgetreu, daß sie gar nicht zu verkennen sind. In dieser Aehnlichkeit mit den Originalen liegt eben der große Wert dieses Pflanzenatlas.**"

Das ganze Werk besteht aus 54 Tafeln im Format von 34:43 cm. Jede einzelne Pflanze ist getreu nach der Natur gezeichnet und koloriert.

Schuberts Pflanzenreich ist ein unübertroffenes botanisches Prachtwerk ersten Ranges! 



Dr. G. H. von Schuberts

Naturgeschichte des Tier- Pflanzen- und Mineralreichs.

Vierte Abteilung

Der Bau des menschlichen Körpers.

Anatomische Beschreibung des Menschen

für Schule und Haus.

19 Doppelfoliotafeln in feinem Farbendruck mit über 100 Abbildungen und 20 Seiten erklärendem Text.

Nach Entwürfen des

† Dr. V. Ebenhöch,

kgl. Bayr. Oberstabsarzt I. Kl. a. D.

neu bearbeitet u. herausgegeben von **Th. Himmelein,** Seminaroberlehrer in Eßlingen.



Beste populäre Anatomie für jung und alt.

Preis elegant gebunden: 4 Mk. 50 Pfg.

Der Name Ebenhöch ist bereits bekannt durch sein im gleichen Verlag erschienenes Buch „Der Mensch oder wie es in unserem Körper aussieht, mit zerlegbaren Abbildungen." 5. Auflage. Preis Mk. 1.50. Ebenhöchs zweites größeres Werk „Der Bau des menschlichen Körpers", dessen Fertigstellung der Verfasser nicht mehr erleben sollte, ist eine weitere Ausarbeitung seines kleinen Buches „Der Mensch."
Einen besseren und billigeren anatomischen Atlas gibt es nicht. Text und Abbildungen sind unter selbstverständlicher Hinweglassung des für Schule und Familie nicht Passenden in sorglicher und korrekter Weise von Seminaroberlehrer Himmelein neu bearbeitet.

Zu beziehen durch alle Buch- und Kunsthandlungen.

Bilderwerke für den Anschauungs-Unterricht aus dem Verlag von J. F. Schreiber in Eßlingen bei Stuttgart.

Bilder zum Anschauungs-Unterricht für die Jugend.

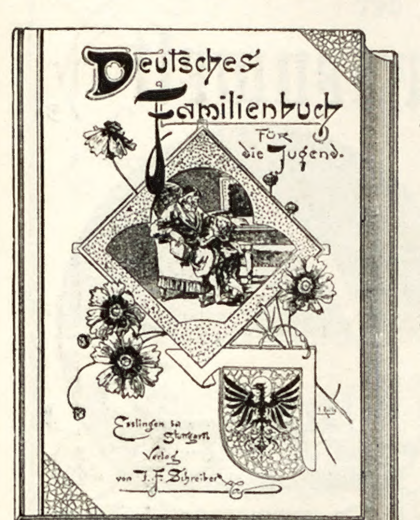
Hervorragendes Bilderwerk für Schule und Familie!

In drei Teilen

mit 84 feinen Farbdrucktafeln in Doppelfolio.

Hervorragendes Bilderwerk für Schule und Familie!

Neu bearbeitet von **Eduard Walther,** Direktor der kgl. Taubstummenanstalt zu Berlin.



Alle drei Teile in einem Band

unter dem Titel

Deutsches Familienbuch

hochelegant gebunden

Preis: Mk. 13.50.

Einzelabteilungen:

I. Teil:

Bilder zum ersten Anschauungs-Unterricht.

Mit 30 Farbdrucktafeln. **Preis: Mk. 4.50.**

II. Teil: Tiere und Pflanzen.

Mit 30 Farbdrucktafeln. **Preis: Mk. 4.50.**

III. Teil: Geographische Charakterbilder.

Mit 24 Farbdrucktafeln. **Preis: Mk. 4.50.**



Der Name des in Schulkreisen weithin bekannten Bearbeiters bürgt für eine fachmännische, tüchtige Arbeit und Anleitung der vielen bei der Herstellung beteiligten ersten Künstler unseres Vaterlandes. — Der Verfasser hat bei Umarbeitung dieser bereits im Jahre 1838 zum erstenmale unter dem Titel: „Eßlinger Bilder zum Anschauungsunterricht“ erschienenen Tafeln dahin gestrebt:

a. das den Kindern Interessante aus ihrer nächsten Umgebung unter Berücksichtigung der verschiedensten Verhältnisse in lebensvoller Gestaltung zur Darstellung zu bringen, denn die Bilder sollen allen Kindern etwas bieten, mögen diese im Gebirge, in der Stadt oder auf dem Lande wohnen; mögen sie gut gestellt sein oder in bescheidenen Verhältnissen leben;

b. eine Ueberfüllung der einzelnen Bildertafeln und eine unnatürliche Nebeneinanderstellung des Materials zu vermeiden, um das einzelne in möglichster Klarheit hervortreten zu lassen und dadurch in den Kindern klare und zugleich lebenswahre Vorstellungen zu wecken;

c. die Darstellung einzelner Gegenstände teils um der deutlicheren Hervorhebung dieser willen, teils zur Ergänzung der Gruppenbilder nicht gänzlich zurückzudrängen. Die Einzeldarstellung schließt sich jedoch immer an Gruppenbilder an;

d. die künstlerische Darstellung und technische Ausführung den Anforderungen der Zeit gemäß in möglichster Vollkommenheit zu erzielen.

Die **Bilder zum Anschauungs-Unterricht** bilden für die Jugend eine unversiegbare Quelle von Unterhaltung und Belehrung und sind somit

ein Hausschatz für jede Familie!



Die Widmung dieses Werkes

hat Ihre Majestät die Kaiserin Auguste Viktoria huldvollst entgegengenommen.

Stimmen der Presse:

Illustrierte Welt. Erläutert durch einen klar und faßlich geschriebenen Text wird hier, nach guten Originalen, eine wohl getroffene Auswahl von Bildern dargestellt, welche die charakteristischen Erscheinungen der engeren und weiteren Heimat, wie aus allen Gebieten der Erde, in einer Weise vorführen, die der Jugend nicht nur Freude, sondern auch reichen Gewinn für Herz und Geist bereitet und wärmste Empfehlung verdient.



Verkl. Abbildg. a. Walther, Anschauungsunterricht. III. Teil. Pyramiden.

Stimmen der Presse:

Die **Allgemeine Deutsche Lehrer-Zeitung** schreibt: Die Schule legt in neuerer Zeit Wert darauf, die Uebungen in mündlichen Ausdrücken an Gruppenbilder anzuschließen. Dem ist in den Schreiberschen Bildern zum Anschauungs-Unterricht Rechnung getragen, wobei jedoch die Darstellung einzelner Gegenstände nicht ganz ausgeschlossen ist, dieselbe reiht sich aber immer an ein Gruppenbild an. Zeichnung, Kolorit, die ganze Ausstattung ist wohlgelungen, so daß das in Schule und Haus längst beliebte Bilderwerk auch in der jetzigen neuen Bearbeitung viele Freunde finden wird.

Zu beziehen durch alle Buch- und Kunsthandlungen.

Populär-astronomisches Bilderwerk für jedermann!

Ein prächtiges Festgeschenk für alt und jung ist der

Bilder-Atlas der Sternenwelt.

41 fein lithogr. Folio-Tafeln nebst 52 Seiten umfassendem Text.

Bearbeitet von

Dr. Edmund Weiß,

Direktor der Sternwarte und Professor der Astronomie an der k. k. Universität Wien.

Zweite vermehrte und verbesserte Auflage.

Volks-Ausgabe. — Preis: 9 Mark.

Elegant gebunden.

Inhalt:

1. Die Sonne. 2. Der Mond. 3. Das Planetensystem der Sonne. a) Innere Planeten, b) kleine Planeten, c) äußere Planeten. 4. Die Kometen. 5. Sternschnuppen und Feuerkugeln. 6. Fixsternwelt.

Die Abbildungen sind nach den **neuesten photographischen Himmelsaufnahmen** ausgeführt. Durch den populär gehaltenen Text wird auch jeder Laie sich richtige Vorstellungen über den Bau des Himmels machen können.

Für Lehr- und Lernzwecke ist der Bilderatlas der Sternenwelt besonders zu empfehlen und von der gesamten Fachpresse äußerst günstig beurteilt.

Die Gartenlaube schreibt: „Einen trefflichen Wegweiser durch das Gebiet der Astronomie bietet der „Bilderatlas der Sternenwelt" von Edmund Weiß, Direktor der Sternwarte zu Wien. Einen solchen Atlas haben wir bisher noch nicht gehabt. Er enthält 41 lithographierte, vorzügliche Tafeln mit leichtverständlichem erläuterndem Text aus berufenster Feder. Das Werk darf ein Geschenk genannt werden, an welchem sich die ganze Familie erfreuen kann."





Bohnys Neues Bilderbuch.

Anleitung zum Anschauen, Denken, Rechnen, Sprechen

für Kinder von 2½ bis 7 Jahren.

Zum Gebrauch in Familien und auf der ersten Stufe des Elementarunterrichts.

Entworfen und bearbeitet von Nikolaus Bohny.

36 feine Farbdrucktafeln mit mehr als 400 Abbildungen.

Elegant gebunden mit feinem Buntumschlag.

13. Auflage. — Preis: 4 Mk. 50 Pfg. — Quer-Folio.

Bohnys Bilderbuch zählt zu den vorzüglichsten Kinderbüchern. Der Verfasser verbindet in pädagogischer Weise Anschauen, Denken, Rechnen und Sprechen mit einander auf eine Weise, die den Kindern gewiß Freude und geistige Anregung gewährt, ohne den Kindesgeist zu überspannen. Die Fragen bei jeder Gruppe sind so einfach und leicht, daß sie jedem die Benützung des vorzüglichen Werkes ermöglichen.

Für Schule und Familie!

Dreißig Biblische Bilder

zum **Alten Testament.**	zum **Neuen Testament.**
30 fein kolorierte Tafeln **ohne Text.**	30 fein kolorierte Tafeln **ohne Text.**

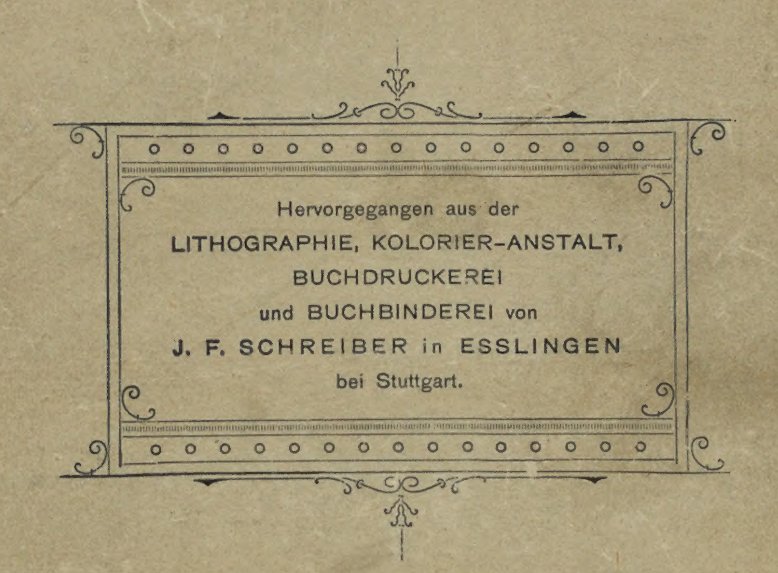
Elegant in Halbleinwand gebunden mit Goldpressung.

Preis pro Band: 5 Mark.

In Quer-Quart-Format.

Diese Biblischen Bilder, welche bereits in sechs Sprachen erschienen sind, eignen sich mit ihren hübschen Kompositionen und mit ihrem lebhaften, für kleine Kinder berechneten Kolorit vorzüglich als **Weihnachtsgabe** für kleine Knaben und Mädchen.




Hervorgegangen aus der
LITHOGRAPHIE, KOLORIER-ANSTALT,
BUCHDRUCKEREI
und BUCHBINDEREI von
J. F. SCHREIBER in ESSLINGEN
bei Stuttgart.